

» i

ISSN 1680-9165

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С. ТОРАНГЫРОВА



3'2005

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА



КАЗАХСТАН
ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

| | |
|--|--|
| <i>Е.С. Әбдірахманов, ДЛ>. Құсманов, МЖК. Тусупбекова</i> Сұйықпашау кезіндегі кристаллдару процесінде қысымның әсер етуі .. 5 | |
| <i>К.Ш. Арыязип</i> Бидайды ендеу және сақтау бойы шипа кәсіпорында жұмалауды автоматтадыру жүйесінің мәссісі.....11 | |
| <i>А.Н. Гордиенко</i> Сағалау мойғынПректерді есешу әдісі туралы.....16 | |
| <i>В. В. Грузин, ЖЛ. Лхметов</i> Тротуар тазғасық шығруға арпалаған жабдыктарды құрастыру перспективалары.....23 | |
| <i>Я.С. Дудак</i> Гпосезологиялық игі еггеліхәрбиелсудід тишділігі, мәдшнсті сақтау смкғы әлгмталу аспыаісі.....30 | |
| <i>А.А. Шәріпбаева, А.С. Омарбекова, С.Т. Дузелбаев, С.О. Юсубекова</i> Кредиттік технолоғияшы оқығудың оқу процесінде аэобьатқмшвалық жүйесі.....37 | |
| <i>С.Қ. Елмуратов</i> Жұқа қабықшалар мағ дластшдерге арпалаған рұқсат теңдұлр меадіктес лтрітар.....45 | |
| <i>В.А. Козиной</i> Жарғалай жартасты топырақ жылжуының табиғи ортада қайта толғыру асерінің бағасы.....55 | |
| <i>МЖС. Кудерин</i> Тұрғын үй саясатында ж а да құрылыс штернаддарыищ әффекта вті технологиялар.....65 | |
| <i>МЖС. Кудерик, В.А. Козиное, ДЖ. Мустафин</i> Жаңа құрылыс салыну апаттық мәселесінің анализі.....69 | |
| <i>Ю.П. Макушеев, В.В. Ковалевский</i> бтнУхЮттипіжоғары қысықдасорқшлжетегішң есеітеу аяықгамасы .. 74 | |

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Кадысова Р.Ж., к.н.н., доц. (главный редактор)
Утегулов Б.Б., д.т.н., проф. (зам. гл. редактора)
Ельмуратова А.Ф., к.т.н., доц. (отв. секретарь)
Члены редакционной коллегии:
Бойко Ф.К., д.т.н., проф.
Газалнев А.М., д.х.и., проф., член-корр. НАН РК
Гамарник Г.Н., д.т.н., проф.
Глазырин А.И., д.т.н., проф.
Дауксев Г.Ж., к.т.н., проф.
Ергожин Е.Е., д.х.н., проф., академик НАН РК
Кислов А.П., КТН., доц.
Клецель М.Я., д.т.н., проф.
Куцерин М.К., к.т.н., доц.
Мансуров З.А., д.х.н., проф.
Мурзагулова К.Б., д.х.н., проф.
Пивень Г.Г., д.т.н., проф.
Сатинов А.С., д.т.н., проф., академик НАН РК
к.т.н., проф.
Сейтахметова Г.Н. (тех. редактор)

Сулеев Д.К.,

Адрес редакции;
637034, г. Павлодар,
ул. Ломова, 64.
Тел.: (3182) 45-11-43
(3182) 45-38-60
Факс: (3182) 45-11-23
E-mail: publish@psu.kz
nauka@psu.kz

f \] s 3 v £ 2 0 0 5

ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

Г.М. Никитин, А.Г. Калиакпаров

Қард металлургия еддірісі үтіі. босекелес внімдіалудағы комплексті
амаядардың шгздірі

Г.М.Никитин, О.Н.Юрина

Өжрқасштік пептерді эссертнхаяық талцау

А.Щржауое

Трак-гор трансютотссиясыпшц біліктерішц к&t&лдыгса

іріктеп алу.....97

А.Луржауое

Мшшша-трактор агрегатшщ массаларыя жтекші доцғаяактар білігіж

хслтіру мэселикрі.....104

Р.О. Олжабаев, Ф.Т.Мтібаева, АЖ.Касеяов

Йлевд^іш шшімбіліктердің пайдаяадшіатын тұрақтылыкгарып

жоғарылату.....112

В. 8. Рыкдин

Шпектнк козгалкышп-ардағы жану процесстеріід уятш лвергия тевдеуіл

шығару бойышпа бірқатар ескершеягр.....119

Р.И. Сержанов, А.В. Богомолов

Павлодар өңіршеде інемдіу өядірісішц қурылу ы: мәселелер мся болашақгар.. 128

*ВВ.Т. Станевич, М.К. Кудрин, ЖХ. Орынтаее, Р.С. Батырханова,
А.Ю. Столбоушкин*

Жапармай - эпергетикзлык кошшгкстершід қатты халдық аспектілері

экологішшқаудаядарғаэесрі.....135

Т.Т. Токтаганое, Н.А. Шумейко, Н.С. Дудак

«Сапа мсждамент» жада лаыалдшс керектігі жөае менеджмент сапасы

туралы гкуйесіп едгһудегі жоғары оқу

орпы туралы ролі.....142

Т.Т. Токтаганое

Муфтааыщ айкьтдауыштарышпад жылу беліау шпепснвтілігілің әсерін

зерғку.....149

Ш.К. Тартицев, Ф.Щ. Тартицев

Балшыкгык ондірудід отвалды шлалдарыи құрылыста колдалуда

кшшвацішшқ жегістіктері.....156

Ш.К. Тартицев, Ф.Щ. Торпицев

Действашсть аягифрнзовых агентов для бетонных смесейБетонды қоспалар

үшівг аитифризді агентгердід

әсеряграна.....161

Ш.К. Тартицев, Ф.Щ. Торпкцев

Ашсокпавты емес пенобетодцардыщ эффекгнвті жоғарлау жетісіктері ... 173

К.В.Лвцевскнй

Элжгржылыткышпгынкоакспалділшщкрдегіжылуоріст«рдідзерттеді ... 186

В.М. Шорінов

Плааясарлык қорабнн жобалау ктюматнкалық тізбсктерді құру.....195

Біздің авторпар.....201

Издание зарегистрировано
Министерством культуры,
информации и общественно-
го согласия Республики Ка-
захстан. Свидетельство о по-
становке на учет средства
массовой информации
Ш924-Ж.

А А С А Ъ Л Ъ М Ъ М Х А С Ъ

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|----------------------|--|----|
| ~ -o | <i>£.С /бдрыхидлойг, ДР. Кусманова, МЖК. Тусупбекова</i> Влияние давления на процесс кристаллизации при жидкой штамповке..... | 5 |
| ш э- ^ я | <i>К. Ш. Арынгазик</i> Задачи системы автоматизации проектирования предприятий по хражнию и переработке зерна (сапр - пхпз)..... | II |
| ш s 5 2 | <i>АЛХордиенко</i> О методе расчета подшипников скол ъжашя..... | 16 |
| 6 5 | <i>В.В. Грузиц Ж~Е. Ахметов</i> Перспективы создания оборудования для производства тротуарной плитки..... | 23 |
| о: Г- сд 5 | <i>Я. С. Дудак</i> Мировозренческий аспект как гносдалогвческая основа воспитания нравственности, <i>взогъемякмая</i> составляющая культуры..... | 30 |
| < о | <i>А.А. Шарипбаеа, А.С. Омарбекова, С.Т. Дузельбаев, С.О. Юсубекова</i> Автоматизированная система учета данных при кредитной технологии обучения..... | 37 |
| £ ш Д ш | <i>С.С. Вьмуратм</i> Разрешающее уравнгеия и граничные условия для тонких оболочек и пластин..... | 45 |
| < з: о а. о u- | <i>В.Л. Козионов</i> Оценка влияния повторных нагружений на ползучесть полускальных грунтоов условиях их естественного состояния. 55 | 55 |
| с | <i>М.К Кудерип</i> Эффективные технологии новых строительных материалов в свете новой жилищной политики..... | 65 |
| £ | <i>М.К. Кудерип, В.А. Кози оное, ДЖ. Мустафин</i> Анализ причин аварийных деформаций строящегося здания... 69 | 69 |
| о | <i>Ю.П. Макушев, В.В. Ковалевский</i> Расчетное определение рациональной компоновки привода насоса 6тн9х10т при работе с повышенными цикловыми подачами ... 74 | 74 |
| | <i>Г.М. Никитин, АС. Кадиакпаров</i> Основы комплексного подхода при получении конкуржгноснособной продукции для предприятий черной металлургии..... | 85 |
| | <i>ГЖНикитин, О.Л.Юрпа</i> Эксергетический анализ промышленных печей..... | 90 |
| | <i>А.Нуркаюв</i> Выбор жесткости трансмиссии трактора | 97 |

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

№ 3 sa 05

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМ. С. ТОРАЙГЫРОВА

| | |
|---|-----|
| <i>Л.Луржауов</i> Масса агрегата машина - трактор приводит к проблеме регулирования колес..... | 104 |
| <i>Ж.О. Олжабаев > Г.Т.Итыбаева, ЛЖЖасезіов</i> Повышение эксплуатационной стойкости валков прокатных станов..... | 112 |
| <i>В. В. Рыпдин</i> Некоторые замечания со выводу уравнения энергии для процесса сгорания в поршневых двигателях..... | 119 |
| <i>Р.И. Сержапов, А.В- Богомолов</i> Формирование прокатного производства в павлодарском регионе: Проблемы и перспективы..... | 128 |
| <i>В.Т.Статтч, МЖЖуБериц ЖЖ. Орынтаев, Р.С. Батырхапова, А.Ю. Ст олб оушкин</i> Воздействие на экологию региона твердых отходов тошшвно- эвергеотческого комплекса и возможные пути их использования .. | 135 |
| <i>Т.Т. Токтагапов, ИЛ. Шумейко, Н.С. Дудак</i> О роли ВУЗов во внедрении систем менеджмента качества и о необходимости новой специальности «Системы менеджмента качества»..... | 142 |
| <i>Т.Т- Токтагапов</i> Исследование влияния параметров муфт сщешения на характер и интенсивность тепло выделения м^фты..... | 149 |
| <i>ШЖ.Торпицев, ФЛ.Торпицев</i> Effective antifreezing agent for concrete mixes | 156 |
| <i>ШЖ.Торпицев, ФЛ/Торпицев</i> Перспективы повышения эффективности веавтоклавного пенобетона..... | 161 |
| <i>ШЖ.Торпицеву ФЛ.Торпицев</i> Инновационные перспективы использования в строительстве отвальных шламов глиноземного производства..... | 173 |
| <i>К.ВЖацевский</i> Исследование тепловых полей коаксиальных цилиндров индукционного электронагревателя..... | 186 |
| <i>В.М- Шаратов</i> Построение кинематических схем плазгтарных гах с использованием присседиаемых радов..... | 195 |
| Наши авторы..... | 201 |

Корректоры:

К.С. Ергалиев (каз.)
Г.А. Аронова (рус.)

Компьютерная верстка
Б.С. Яцешин

С? ПГУ им. С. Торайгырова

УДК 627.77

Я ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ПРОЦЕСС Щ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПРИ ЖИДКОЙ §j ШТАМПОВКЕ 111

Щ§ Е.С. Абдрахманов, Д.Р. Кусманова, М.Ж. Тусупбекова

Щц Павлодарский государственный университет

Щц им. С. Торайгырова

*Жумыспа, суйыц штамптау кезінде әртүрлі қорытпалардың
г; •< • кристаллдануына әсер ететін қысым күйі зерттелген. Экспериментті түрде
§Щ оптималды пресстү қысымы анықталған.*

*В работе исследовано влияние давления на процесс кристаллизации
!||| при оидкой штамповке на различные сплавы. Экспериментально установлено
||| оптимальное давление прессования.*

*The article is discussed the influence of pressure on the process of
crystallization by liquid stamping on the different alloys. Experimently the
work is fixed optimal pressure of pressing.*

Общее изменение свободной энергии при переходе из жидкого состояния в твердое выражается уравнением

$$\Delta G = \Delta G_v + S\sigma, \quad (1)$$

где ΔG_v - снижение объемной энергии;

S - суммарная поверхность кристаллов;

σ - поверхностное натяжение.

Первый член уравнения (1) обозначает снижение объемной, а второй - снижение поверхностной энергии. Давление, приложенное извне, производит работу, необходимую для образования поверхностей раздела фаз, и, следовательно, ускоряет процесс кристаллизации (второй член уравнения).

В результате воздействия давления на кристаллизирующийся расплав в отливках происходят структурные изменения. Это - уменьшение средней величини

ны зерна (измельчение структуры), изменение состава и характера распределения фаз. повышение однородности за счет уменьшения степени развития ликвационных процессов, равномерное распределение неметаллических включений, и, как следствие изменение внутреннего строения отливок, - повышение физико-механических свойств сплавов в отливках.

Известно, что центры кристаллизации могут возникать в объеме жидкой фазы как самопроизвольно (гомогенные зародыши), так и на примесях (гетерогенные зародыши). Существует критическое значение радиуса зародыша r^* , при отклонении от которого и в сторону уменьшения, и в сторону увеличения свободная энергия будет изменяться. При определенном переохлаждении гомогенный зародыш такого радиуса будет устойчивым, когда

$$\frac{15F}{L\Delta T} = \frac{2\sigma_{\text{жл}}}{r} \quad (2)$$

где σ - поверхностное натяжение на границе раздела

зародыш-кристалл;

$T_{\text{пл}}$ - температура плавления металла;

L - теплота кристаллизации;

ΔT - переохлаждение.

В дальнейшем при увеличении радиуса устойчивость зародыша сохраняется, и зародыш может расти.

Из выражения (2) следует, что радиус устойчивого гомогенного зародыша связан гиперболической зависимостью с переохлаждением. Устойчивый гетерогенный зародыш такого же объема, как и гомогенный, образуется при гораздо меньшем переохлаждении.

Повышение температуры под приложенным давлением записывается законом Клаузиуса-Клайперона. согласно которому

$$\frac{dT}{dP} = \frac{T_{\text{дд}}(V_2 - V_1)}{L} \quad (3)$$

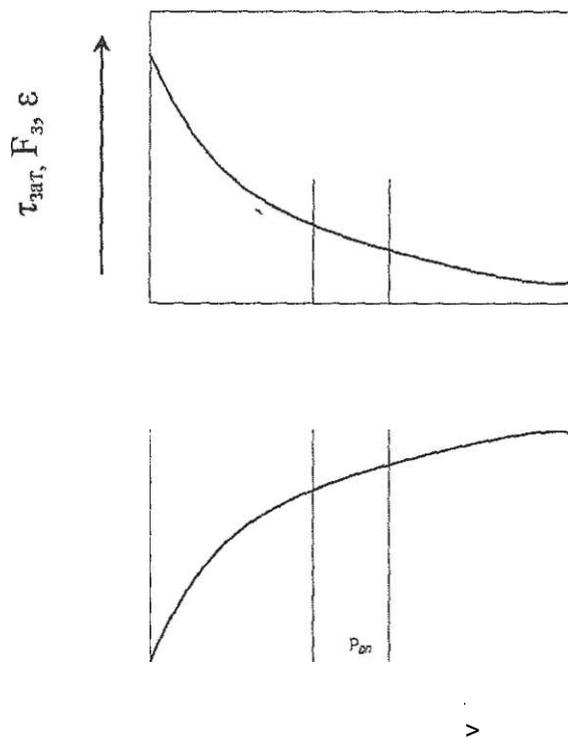
где V_1 и V_2 - объем 1 кг твердой и жидкой фаз, соответственно.

Подставляя в (2) значение $T_{\text{пл}}$ из формулы (3), получим

$$2 a \quad dT \quad (4)$$

$$ЛТ \quad dP(V_2 - V_j)$$

Анализ формулы (4) показывает, что уменьшение размеров критического зародыша, а следовательно, и измельчение структуры сплава в отливках может быть достигнуто не только за счет повышения переохлаждения ??, но и за счет повышения внешнего давления (рисЛ).



Давление прессования

Рисунок 1. Зависимость времени затвердевания зат, литейной усадки, размеров зерна F_z и фгнко-механических свойств отливки от давления прессования

В свою очередь, величина поверхностного (межфазного) натяжения на границе расплав - кристалл зависит от давления. Давление в процессе кристаллизации сплава снижает энергию межфазного взаимодействия на указанной границе раздела фаз. Поэтому внешнее давление оказывает влияние на процесс кристаллизации не только непосредственно (формула 4), но и через изменение величины поверхностного натяжения ?.

В обычных условиях литья, при литье с кристаллизацией под давлением ΔT переохлаждения является ведущей в процессе зарождения и роста новой фазы. Увеличению переохлаждения способствуют значительное ускорение затвердевания расплава под механическим давлением вследствие интенсивного теплообмена между металлом и литейной формой, увеличение плотности кристаллизующегося расплава и энергии активации.

Уменьшению размеров критического зародыша r^* и измельчению структуры способствует также снижение величины ΔT (рис. 4). Используя данные о повышении температуры металла при давлении 2000 кгс/см² и изменении объема при затвердевании [1], рассчитывали ΔT значения для конкретных металлов (табл. 1). Здесь же приведены данные результатов экспериментов по уменьшению размеров зерен в структуре слитков из Al, Si и Zn, изготовленных в условиях кристаллизации под поршневым давлением, равным 2000 кгс/см².

Таблица 1. Влияние давления на структуру металлов

| Металл | ΔT | Уменьшение размеров зерен (по сравнению со свободной кристаллизацией) |
|--------|-------------------------------|---|
| | $dP/(v_2 - v_1)$ °C/кгс-см | |
| Si | 0,081 | В 3-4 раза |
| Zn | 0,088 | В 2 раза |
| Al | 0,092 | В 1,5 раза |

Средняя величина зерна уменьшается не только из-за изменения параметров кристаллизации сплава и условий теплообмена между отливкой и формой, но и в результате механического воздействия прессующего пуансона на образовавшиеся кристаллы. При прессовании разрушаются отдельные кристаллы во время деформации корки и образуются дополнительные центры кристаллизации. Этим в значительной степени можно объяснить образование зоны мелких кристаллов в центральных зонах слитков и ОШИБОК.

При пуансоном и пуансонно-поршневым прессованием дополнительные центры кристаллизации образуются также при смыве частичек твердой фазы потоком незатвердевшего металла во время окончательного формообразования отливки при внедрении прессующего пуансона, а затем при механическом давлении на затвердевший и затвердевающий металл.

При постоянном давлении прессования повышение температуры заливки расплава приводит к укрупнению структуры и увеличению протяженности зоны трансформации, хотя и в этом случае структура измельчается, а зона трансформации уменьшается по сравнению с отливками, затвердевшими без давления.

Обобщенный характер других характеристик под воздействием механического давления показан на рис. 1. Существенное изменение той или иной величины происходит до определенного значения давления, названного оптимальным $P_{оп}$. Последующее повышение давления изменяет структуру и свойства отливки незначительно. Поэтому процесс рекомендуется вести при давлениях, близких к $P_{оп}$.

Как было показано выше, в условиях затвердевания под механическим давлением существует определенный градиент температур по сечению формирующейся заготовки. Благодаря этому сокращается продолжительность местной кристаллизации, что, в свою очередь, уменьшает скорость диффузии.

В сплавах Al - 4,5% Si повышение механического давления от 500 до 2000 кгс/см² способствует повышению концентрации меди в твердом растворе с 1,8 до 2,0% [2]. В центральных участках дендритных ячеек (оси дендритов) содержится ~ 1,9% Si (1,0% при свободной кристаллизации). По мере повышения скорости охлаждения в условиях литья с кристаллизацией под давлением происходит пересыщение твердого раствора легирующим элементом за счет уменьшения количества неравновесной составляющей. Среднестатистическая концентрация меди в центре дендритных ячеек в этом случае находится между равновесными концентрациями точек ликвидуса и солидуса при температуре начала кристаллизации.

Кроме микрохимической неоднородности, следует иметь в виду и связанную с ней микрофизическую неоднородность, вызываемую локальными скоплениями несовершенств кристаллической решетки, и в первую очередь вакансиями и дислокациями.

Эксперименты, проведенные в плавильной лаборатории ОАО "Кастинг", на слитках (D=30мм; H=170 мм), закристаллизованных под поршневым давлением до 20 000 кгс/см², показали [3], что при увеличении давления плотность дислокаций, определенная методом ямок травления, возрастает наиболее интенсивно только до давления 2000 кгс/см². в этом же интервале давлений (2000 кгс/см²) наиболее существенно измельчается структура металлов и сплавов в отливках, а также происходит изменение других структурных характеристик. Последующее повышение давления до 20 000 кгс/см² не оказывает существенного влияния на структуру и свойства сплавов.

Давление, прилагаемое к кристаллизующемуся расплаву, способствует равномерному распределению неметаллических включений в отливке. Их количество и размер в тепловом центре отливки из углеродистой стали при пуансоном и поршневом прессовании уменьшаются соответственно в 3,5 и 1,5 раза по сравнению с отливками, полученными обычными способами литья [4].

Следует отметить, что в некоторых случаях наблюдается повышение склонности к обратной ликвации сплавов в отливках. Это обычно происходит при отклонении режимов литья и прессования от оптимальных и при неисправности отдельных элементов пресс-форм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батышев А.И. Кристаллизация металлов и сплавов под давлением. М.: Металлургия, 1977 г. -151 с.
2. Асташев А.Ф., Ломтев В.В. Прессование заготовки из расплава стали. Журнал "Машиностроитель", 1972 г., №9 - С. 24-25.
3. Барановский М.А., Вербицкий Е.И. Штамповка жидких металлов. Минск: Госиздат БССР, 1963 г. - 78 с.
4. Батышев А.И. Совмещенные способы литья и прессования. М.: НИИ-маш, 1971 г.-48 с.

фр УДК 664.6/.7.001.63

§ ЗАДАЧИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ Ш ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО Щ ХРАНЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕРНА (САПР Щ - ПХПЗ)

ЩЁ К. Ш. Арынгазин

Щ Павлодарский государственный университет
и им. С. Торайгырова

ЩШ *Астыңшы сақтау және өңдеу кәсіпорынның құрылу эісобасының
I >құрылымы, АСжәнеӨКЮКА)І(ңұрытымжүйесіжәне «Элеваторжобасының
технологиялық бөлгіегінің» жобаланған жүйе моделі ңарастырылады.*

ЩЖ *Рассматриваются структура формирования проекта предприятий
до хранения и переработке зерна, структурная схема САПР-ПХПЗ и
функциональная модель проектирующей подсистемы «Технологическая
часть проекта элеватора».*

*The are confidered the stmctureofitheforming ofinter prise project on keeping
the working over again graingthe stmctural scheme ofSAEP on KWG andfunctional
model of[Ttrjecting subsystem ""Technological part ofthe pnject of elevator".*

Целью САПР-ЛХПЗ является сокращение трудоемкости и сроков проектирования, повышение экономичности проектных решений, качества работы и производительности труда проектировщиков, а также повышение эффективности проектных решений на основе широкого применения САПР.

Объектами проектирования являются предприятия по хранению и переработке зерна (элеваторы, мельзаводы, юмбизаводы, крупозаводы, рисозаводы и др.)

Ввиду специфики проектируемых объектов, основным направлением разработок являлась технологическая часть проектов указанных объектов. Наряду с разработкой велись работы по внедрению программ межотраслевого назначения по строительным, сметным, сантехническим и электротехническим частям проектов объектов системы заготовок.

Технологическая часть включала следующие задачи:

- формирование схемы технологического процесса;
- компоновка основного технологического оборудования;

- . трассировка и расчет аспирационных сетей;
- И р | трассировка самотечного транспорта;
- _ конструирование и расчет механического транспорта и др.

Научно-технический прогресс и связанная с ним дальнейшая механизация и автоматизация производства повышают роль и ответственность технологов при разработке проекта, делают технологическую часть стержнем проекта предприятий системы заготовок, связывающим воедино все его составные части. Эти соображения легли в основу выбора подсистемы "Технологическая часть" в качестве первоочередной в общем объеме работ по созданию САПР-ПХПЗ.

При определении состава задач указанной подсистемы нужно исходить прежде всего из функций, решаемых технологической частью проекта. Такой подход позволяет сохранять на первом этапе существующую структуру института и, не усложняя системы, начать разработку основных проектных задач,

Проектирующие подсистемы САПР-ПХПЗ состоят из компонентов программного, информационного, методического, технического, организационного обеспечения проектных подразделений, использующих средства автоматизации и персонала, обслуживающего средства автоматизации.

Структурная схема САПР-ПХПЗ представлена на рис. 2

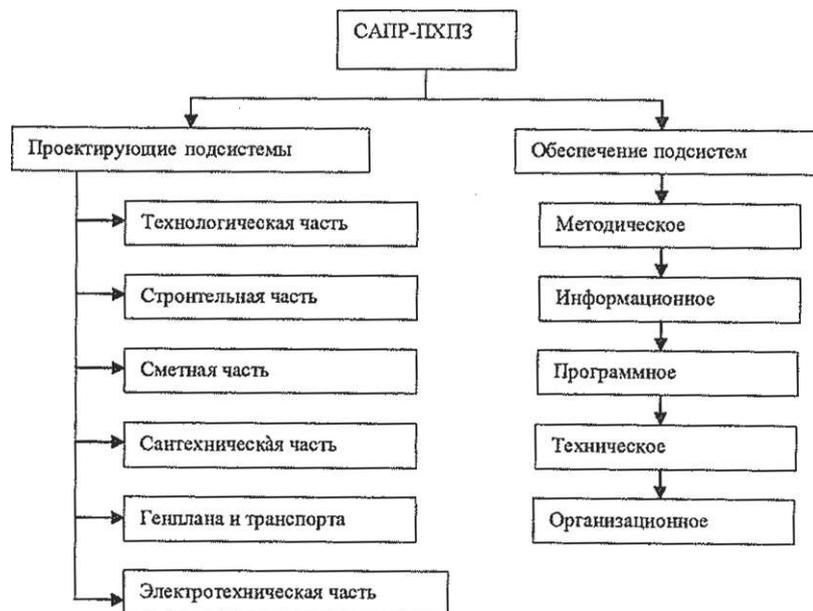


Рисунок2 Структурная схема САПР-ПХПЗ

Структура формирования проекта представлена на рис. 1.

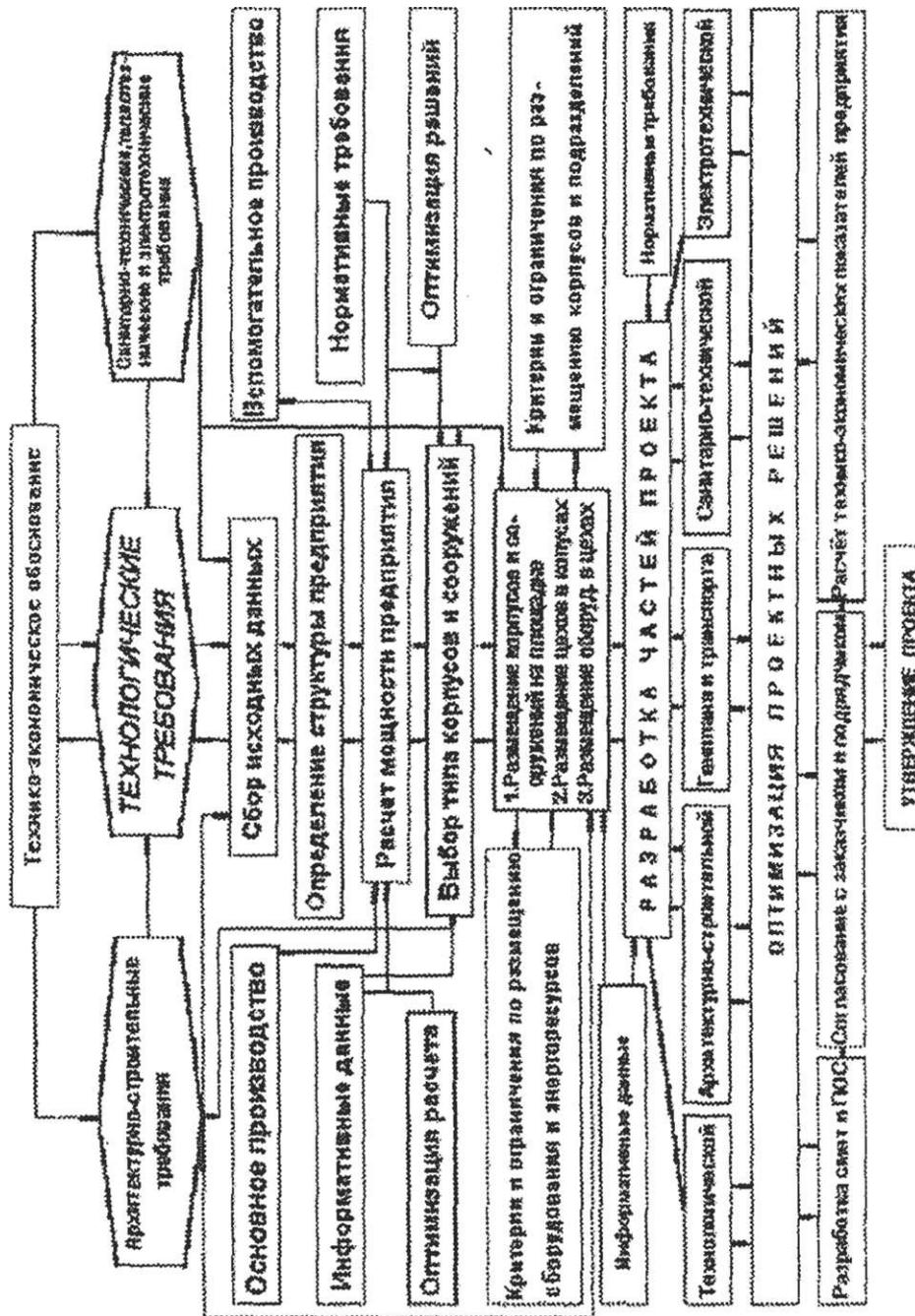


Рисунок 1 Структура формирования проекта предприятий по хранению и переработке зерна постепенно объединяя их в комплексные программы и дополняя из сметных разделов.

В подсистеме "Технологическая часть" сосредоточено решение основных технологических задач проектирования предприятий по хранению и переработке зерна: формирование технологической структуры, расчет и компоновка основного и вспомогательного оборудования, расчет энергетических средств, проектирование коммуникаций и т.д.

Исходя из структуры формирования проекта предприятий по хранению и переработке зерна, представленной на рис. 1 предыдущего пункта, создана функциональная модель проектирующей подсистемы "Технологическая часть проекта элеватора" (рис. 3).

Эта модель определяет взаимодействие проектных процедур и операций по рассматриваемой подсистеме. Объединение отдельных блоков говорит о необходимости их совместного решения, структура блоков является иерархической и выше расположенные блоки управляют ниже расположенными. В свою очередь, информация от нижних блоков с помощью обратной связи, передается в верхние блоки для корректировки.

Кратко охарактеризуем указанные блоки:

Формирование схемы технологического процесса - расчет и выбор основного и технологического оборудования, определение цеховой структуры предприятия и формирование транспортных потоков;

Технологическая компоновка - выбор строительной сетки, компоновка основного и вспомогательного технологического оборудования, увязка основного технологического оборудования с транспортным;

Аспирационные сети - компоновка аспирационных сетей, их трассировка и расчет;

Самотечный транспорт - обеспечивает вертикальную связь сверху вниз между оборудованием;

Механический транспорт - обеспечивает горизонтальную связь и вертикальную связь снизу вверх.

Санитарно-технические достоинства - расчет загрязненности атмосферы выбросами и мероприятий по шумоглушению;

Геометрия - определяет конфигурацию взаимного расположения строительных и технологических элементов, а также цифровую модель типовых элементов;

Оценка - оценка принятых проектных решений;

Стоимость - определение ориентировочной сметной стоимости объекта;

Графика - вывод чертежей объекта на графические устройства.

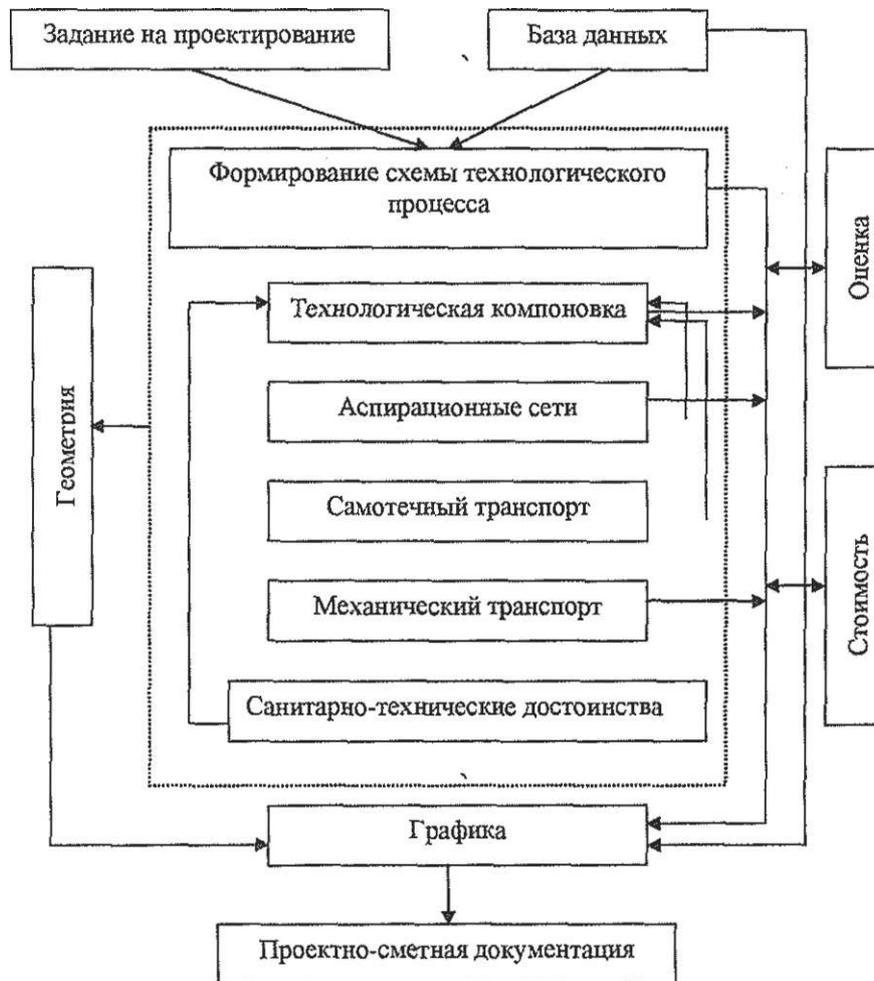


Рисунок 3 Функциональная модель проектирующей подсистемы «Технологическая часть проекта элеватора»

УДК 621.822.114

О МЕТОДЕ РАСЧЕТА ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

А.Н.Гордиенко

*Павлодарский государственный университет*III
Щ
м

им. С.Торайгырова

|||§
ЩЩ*Жұмыс устінде бойлық жырашығы бар сырғанау мойынтіректерді есептеу тәсілі көрсетілген. Вул тәсіл құрылымды жобалау кезінде геометриялық көрсеткіштерді анықтауға және мойынтіректердің тексеруін жүргізуге көмектеседі.*

|||p

*Излагается метод расчета подшипников скольжения с продольными канавками на рабочих поверхностях, позволяющий определять геометрические параметры на стадии разработки конструкции и проводить поверочные расчеты подшипников.**The offered method calculation sleeve with longitudinal gutters on working surface, which permit defined geometrical parameters on the stage elaboration of construction and execute control calculations of bearings.*

Повышение производительности транспортных машин обеспечивается увеличением их энергонасыщенности. Это диктует необходимость проведения работ по повышению надежности узлов трансмиссии транспортных машин. Одним из наиболее эффективных конструктивных решений в этом направлении является применение постоянного зацепления шестерен в автомобильных и тракторных коробках передач. При этом одна из шестерен постоянного зацепления устанавливается на подшипниковой опоре и при включении данной передачи она жестко соединяется с валом зубчатой или фрикционной муфтой. При выключении передачи шестерня начинает вращаться относительно вала без нагрузки. В коробках передач автомобилей ВАЗ, ЗИЛ, тракторов ЧТЗ в качестве опор свободно вращающихся шестерен используются подшипники скольжения. Для предотвращения задиров на поверхностях скольжения стальных подшипников их выполняют с продольными канавками различного профиля, а рабочие поверхности фосфатируют и пропитывают трансмиссионным маслом или дисульфидом молибдена.

Работоспособность таких подшипников зависит от несущей способности масляного слоя в зоне контакта сопряженных поверхностей. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили разработать методику расчета таких подшипников на основе положений гидродинамической теории смазки [1] с использованием принципа обратимости реального подшипника в подшипник с фиксированным положением цапфы и результатов работы [2]. Целью расчета является определение несущей силы, момента трения и количества выделяемой теплоты в подшипнике скольжения и средней температуры масла в несущем слое.

Расчетная схема подшипника приведена в работе [3].

1 Расчетные зависимости

1.1 Несущая сила подшипника скольжения с продольными канавками

$$P = j u' \ell c_p \cdot \omega / u - \varepsilon \quad c \quad (1)$$

где $(L$ - динамическая вязкость масла, $H - c/m^2$

u - скорость скольжения, m/c' ,

ℓ - длина подшипника, m ;

c_p - коэффициент несущей силы;

r - номинальный радиус подшипника, m ;

ω - угловая скорость, $c^{nl} \cdot$

$$\omega = \omega_1 \pm \omega_2 \quad (2)$$

где ω_1 - угловая скорость цапфы подшипника, c^{nl} ;

ω_2 - угловая скорость корпуса подшипника, c^{-1} ;

(+) - цапфа и корпус вращаются в противоположных направлениях;

(-) - цапфа и корпус вращаются в одном направлении.

$$c_p = \frac{6}{\psi^2} \cdot \sqrt{\left(\sum_1^k c_i \cdot \cos \gamma \right)^2 + \left(\sum_1^k c_i \cdot \sin \gamma \right)^2}, \quad (3)$$

$$\chi = \frac{0,5(\beta - \alpha)^2 \cdot \cos \alpha + \cos \beta - \cos \alpha + (\beta - \alpha) \cdot \sin \alpha}{\psi} \quad (4)$$

где $\psi = S / r$ - относительный зазор;

$\% = e / S$ - относительный эксцентриситет;

S - радиальный зазор, m ;

Л е - эксцентриситет подшипника, м;
 ~ a - угол от оси у - у до начала масляного слоя, град.;
 Щ - угол от о с и у - у до конца несущего масляного слоя, град.;
 £ _ количество одновременно работающих площадок подшипника;
 / - угол от оси у - у а о несущей силы / - площадки подшипника.
 При количестве рабочих площадок равном п :

$$a = \langle p_0 + \frac{360^\circ \cdot \lambda \cdot (-1)^n}{n} \rangle \text{ град}; \tag{5}$$

$$\frac{p}{n} = \frac{180^\circ \cdot (2 \cdot \Gamma - 1)}{n} \text{ град}; \tag{6}$$

$$P - a = \dots \text{рад} \tag{7}$$

$$\frac{d_2 - d_1}{d_2} \cdot 100\% = \dots$$

где - угол поворота подшипника до данного фиксированного положения цапфы;

d_x, n d_2 - диаметры цапфы и отверстия корпуса подшипника;

Γ_x и Γ_2 - радиусы цапфы и отверстия корпуса подшипника.

1.2 Момент трения в подшипнике скольжения с продольными канавками

$$M_m = \dots = C_m H \cdot m, \tag{8}$$

где c_m - коэффициент момента трения.

$$c = \frac{V \sqrt{4 - (1 + \dots \cos \alpha)} \sim 3 - (1 + \dots \cos \alpha)}{\Gamma \ll 1 \quad (1 + \dots \cos \alpha)^2} \tag{9}$$

1.3 Количество теплоты, выделяемой в единицу времени, или тепловой поток в подшипнике скольжения

$$Q = M - u^2 - \dots = f i - (D^2 \cdot \Gamma^2 - \dots) \text{ Дж / с} \tag{10}$$

1.4 Средняя температура масла в несущем слое или температура поверхностей скольжения подшипника

$$\Gamma^* = \frac{2}{a - 5} \dots \pm \dots \text{ } \tag{11}$$

где a - коэффициент теплопередачи, $\text{Дж} / (\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{ }^\circ \text{C})$;

5 - поверхность охлаждения подшипника, м^2 ;

Γ - время работы подшипника, с;

c - удельная теплоемкость, Дж/кг · °С;
 m - масса деталей, отводящих тепло от подшипника, кг;
 t_M - температура масла в картере, °С •

$$\langle \tau = 283 + 5,765 \cdot \langle a_2 \cdot R_2, \text{Джо}/(\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot ^\circ\text{С}) \rangle \rangle \quad (12)$$

где H_2 - наружный радиус корпуса подшипника, м.

] .5 Критическая температура масла [4]

$$t_{kp} - 0,335^4 10^6 \cdot v_{50} + 113,6, ^\circ\text{С}, \quad (13)$$

где v_{50} - кинематическая вязкость масла при температуре 50°С •

2 Методика расчета подшипников скольжения с продольными канавками

2.1 Принимаем количество рабочих площадок или канавок n в пределах от 8 до 20; для канавок, профиль которых выполнен по радиусу, необходимо проверить правильность принятого количества канавок по формуле

$$K = \frac{2 \cdot l}{\pi \cdot R_u} \cdot \cos(p_u) \cdot (1 - \cos(p_k)), \quad (14)$$

где h_k - глубина канавки, м;

R_u - радиус инструмента, м;

$(p_k$ - угол дуги окружности цапфы подшипника скольжения, соответствующей половине ширины канавки, град;

$(p_u$ - угол дуги окружности инструмента, соответствующей половине ширины канавки, град.

$$cp_k - \frac{2 \cdot h_k}{2 \cdot n'}. \Phi_u = \arcsin \left(\frac{v}{R_u} \cdot \sin(p_k) \right)$$

Глубина канавки должна находиться в пределах 0,5... 1,5 мм. Если вычисленная глубина канавки меньше или больше указанных предельных значений, то необходимо изменить число канавок или принять инструмент с другим радиусом R_u .

2.2 Принимаем значения относительного зазора Ψ (4... 5 значений) и относительного эксцентриситета X (3... 5 значений); диапазон значений Ψ должен охватывать все зазоры, которые могут образоваться при изготовлении и эксплуатации подшипника.

2.3 Определяем углы α и β по формулам (5), (6) для принятого фиксированного положения цапфы подшипника; можно принимать одно фиксированное положение при $(p_0 = 0^\circ$.

2.4 Определяем коэффициенты несущей силы c_p и момента трения c_m по формулам (3) и (9); при этом количество одновременно работающих площадок подшипника k принимается в пределах от $0,2 \cdot n$ до $0,5 \cdot n$ и округляется до целого числа; меньшие значения принимать при бедной смазке, большие - при обильной смазке.

2.5 Строим графики c_p и c_m в зависимости от относительного зазора C/ψ при принятых значениях относительного эксцентриситета X ; примеры приведены на рисунках 1 и 2.

2.6 Определяем нагрузку p , действующую на подшипник при вращении шестерни на валу, скорость скольжения, вязкость масла при предполагаемой рабочей температуре (по справочникам) и вычисляем коэффициент несущей силы

p

2.7 Определяем относительный зазор ψ в подшипнике и на графике коэффициента несущей силы для данного относительного зазора и вычисленного значения коэффициента несущей силы находим относительный эксцентриситету подшипника.

2.8 По известным значениям относительного зазора W и относительного эксцентриситета X на графике коэффициента момента трения находим c_m и определяем момент трения и тепловой поток по формулам (8) и (10).

2.9 Определяем коэффициент теплопередачи и установившуюся температуру поверхностей скольжения или масла в несущем слое по формулам (11) и (12).

2.10 Расчетная температура масла должна быть меньше критической температуры, определенной по справочникам или по формуле (13); если расчетная температура масла будет больше критической, то необходимо изменить параметры подшипника или способ смазки.

3 Заключение

Для сравнения опытных и расчетных значений температур был произведен расчет подшипников шестерен 5, 6, 7 передач трактора ДТ-75МЭ (110 кВт) по изложенному методу при тех же условиях работы, при которых проводились стендовые исследования.

Анализ результатов расчета и стендовых исследований показал, что расхождение расчетных значений установившихся температур поверхностей сколь-

жения и полученных экспериментально на стенде не превышает 12%. При этом для большинства режимов работы подшипников скольжения указанная разница температур находится в пределах 2%, что подтверждает достаточную достоверность расчетов по предлагаемой методике.

Данная методика позволяет производить расчеты на стадии разработки конструкции для определения геометрических параметров подшипников и поверочные расчеты существующих конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коровчинский М.В. Теоретические основы работы подшипников скольжения.- М.: Машгиз, 1959.-404 с.
2. Гордиенко А.Н. Исследование режимов работы подшипников скольжения тракторной коробки передач при разных способах смазки: дисс. канд. техн. наук,- Куйбышев: СХИ, 1981.-206 с.
3. Гордиенко А.Н. Несущая способность подшипников скольжения с продольными канавками //Наука и техника Казахстана. - 2004,- №2.- С.57-61.
4. Трение, износ и смазка: Справочник /Под ред. И.В.Крагельского и В.В.Алисына.-М.: Машиностроение, 1978.-400 с.

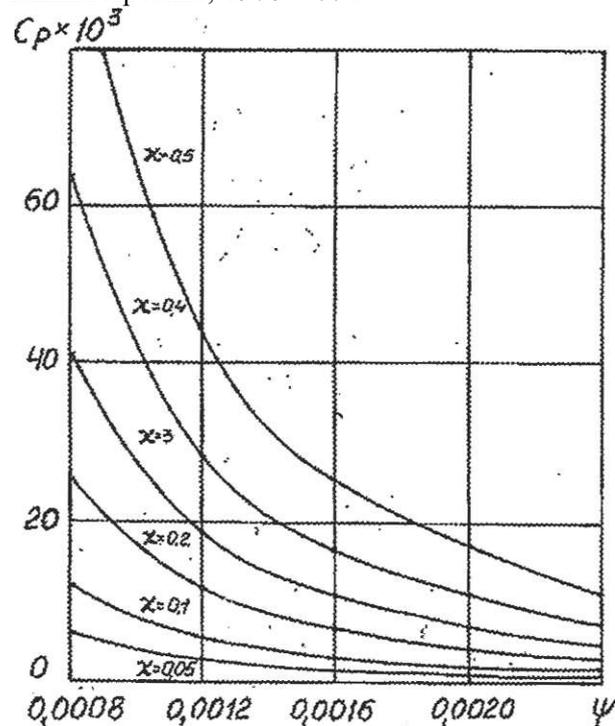


Рисунок 1 - График коэффициента несущей силы (пример)

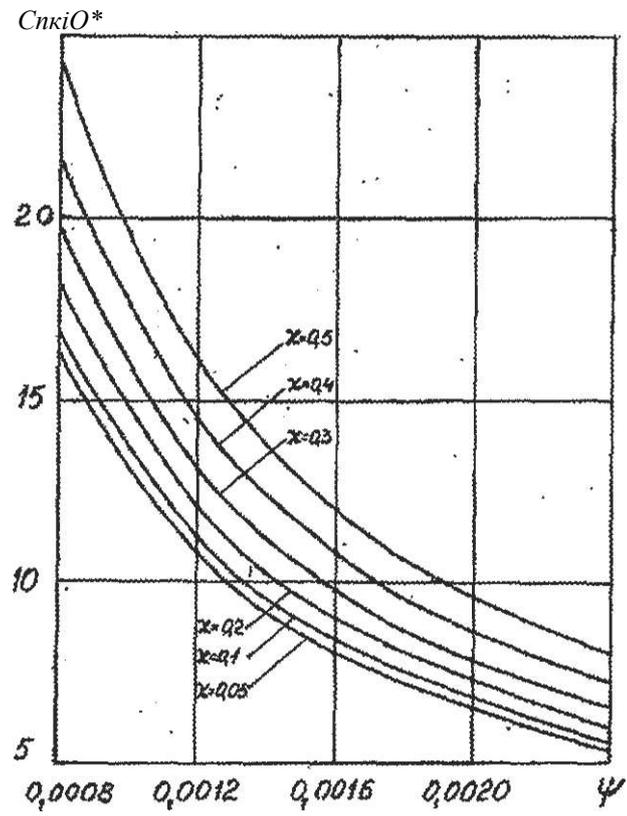


Рисунок 2 - График коэффициента момента трения (пример)

УДК 625.088

В.В. Грузин, Ж.Е. Ахметов

*Павлодарский государственный университет**им. С. Торайгырова*

Аталмыш мақалада тротуар тақталарын өндіруге арналған о/сабдықтарды цурасіпыру тәсілдері жайында мәліметтер келтірілген. Жалпыіама ацпараттар жиынтыгы негізінде баспалаудың (пресстеудің) әртурлі тәсілдерін қолдану перспективалары талданып, өнім сапасын жоғарыіатумақсатында импульсті цалыптау әдісін қрлдану усынылган.

В данной статье приводятся сведения о способах создания оборудования для ?производства тротуарной плитки. На основании обзорной информации проанализированы перспективы применения различных способов прессования, предложен вариант повышения качества продукции за счет применения импульсной формовки.

The article is adduced information about methods of making of equipments for making of side-walk tile. On the basis of survey information the article is adduced analysis of perspectives of using of different methods of pressing and propose variant of rise of quality of production by means of using of impulse moulding.

Реализация основных положений жилищной программы, изложенных в послании Президента Республики Казахстан народу Казахстана от 18.02.2005 г. вызовет бурный рост строительной индустрии . и производства строительных материалов и изделий. Поэтому, в связи с предстоящим значительным ростом объемов производства в данной ^Щотрасли, вопросы обеспечения качества продукции приобретут особую Шактуальность.

В большинстве своем изготовление строительных изделий, в том | числе, сравнительно нового и весьма популярного вида изделия как 8fe|L« Шт

тротуарная плитка, неотъемлемо связано с процессом прессования. Известны различные способы прессования, которые обуславливают большое разнообразие применяемого оборудования. В связи с этим поиск оптимального способа прессования, применительно к производству тротуарной плитки и, соответственно, обоснованный выбор оборудования являются актуальной проблемой.

Прессование тротуарной плитки сейчас в основном осуществляется по полусухому способу формовки, что позволяет исключить одну из наиболее сложных и длительных операций технологического процесса - сушку. В технологической линии по производству строительных изделий полусухим способом основным оборудованием является пресс. Эффективность работы линии и качество получаемого изделия во многом определяются совершенством прессового оборудования.

В настоящее время известно много способов полусухого прессования строительных изделий. В настоящий момент практическое применение для производства тротуарной плитки имеют следующие способы:

- статическое прессование;
- изостатическое прессование;
- вибрационное прессование;
- роликовое прессование;
- динамическое прессование.

Статическое прессование пока имеет наибольшее распространение благодаря простоте реализации при формовании изделий простой формы и небольших размеров. ^Различают одностороннее и двустороннее прессование. Одностороннее прессование характеризуется тем, что прессующая поверхность пуансона передвигается к противоположной от нее неподвижной поверхности, а усилие прессования прикладывается в основном сверху или снизу. Одностороннее прессование может использовать неподвижную, подвижную, плавающую или подрессоренную матрицу.

В процессе одностороннего прессования с неподвижной матрицей частицы смеси, расположенные вдоль оси прессования в зависимости от расстояния до подвижного пуансона совершают разный путь. По мере перемещения пуансона увеличивается плотность прилегающих слоев, соответственно увеличиваются потери на внешнее трение за счет эффекта бокового распора смеси, перепад напряжений по высоте изделия увеличивается пропорционально увеличению высоты формуемого изделия и уменьшению гидравлического радиуса прессуемой поверхности.

Таким образом, перепад плотности по высоте формуемого изделия является основным недостатком одностороннего прессования с неподвижной матрицей, улучшение качества формуемого изделия за счет снижения перепада плотности по высоте достигается при одностороннем прессовании с подрессоренной и плавающей матрицей.

Особенность такого прессования в том, что с момента соприкосновения подвижного пуансона со смесью до некоторого предварительного уплотнения имеет место эффект одностороннего прессования с неподвижной матрицей. По мере уплотнения смеси происходит уравнивание упругого элемента, на котором установлена матрица. Матрица начинает перемещаться вниз вместе с подвижным пуансоном, при этом происходит уплотнение смеси в нижних слоях изделия.

Применение подрессоренной или плавающей матрицы при одностороннем прессовании позволяет приблизиться к двустороннему процессу формования. Матрицу при этом поддерживают соответственно упругие элементы или гидроцилиндры. Особенность поддержки матрицы при помощи гидравлики заключается в том, что независимо от относительного перемещения матрицы и неподвижного пуансона, поддерживающее матрицу усилие остается постоянным. Это повышает качество прессования изделия за счет снижения перепада удельных давлений прессования на подвижном и неподвижном пуансонах.

Наряду с подрессоренными и плавающими матрицами при одностороннем прессовании также применяются подвижные матрицы.

При такой схеме одностороннего прессования матрица кинематически связана с подвижным пуансоном посредством передаточного механизма.

Качество изделия при одностороннем прессовании с подвижной матрицей за счет одновременного и равномерного перемещения верхнего и нижнего пуансонов относительно матрицы выше по сравнению с другими разновидностями одностороннего прессования.

Двустороннее прессование по сравнению с односторонним является более прогрессивным способом полусухого прессования изделий. При двустороннем прессовании усилие прессования, действующее равномерно на смесь с двух сторон, способствует достижению более высокой прочности краев и улучшению свойств формуемого изделия. При такой схеме прессования за счет синхронного перемещения пуансонов происходит равномерное уплотнение верхних и нижних слоев смеси.

Однако сложность технической реализации такого способа прессования ограничивает его применение, ведь синхронное перемещение пуансонов в процессе прессования возможно только при наличии жесткой кинематической связи между приводами пуансонов. Более широкое применение получил метод последовательного перемещения пуансонов в процессе прессования смеси, последовательного перемещения пуансонов при двустороннем прессовании можно достичь одним приводом.

Несмотря на эффективность двустороннего прессования, полностью исключить перепад напряжений и обеспечить равномерно уплотненное изделие по всему объему невозможно. Однородное уплотнение по всему объему изделия достигается только при всестороннем объемном прессовании, что практически осуществимо для текучей массы, находящейся под давлением. Это изостатическое (гидростатическое) прессование.

Принцип изостатического прессования основан на том, что усилие прессования либо преобразуется в давление жидкости, газа или эластомера, которое действует на уплотняемую смесь со всех сторон равномерно. Способ изостатического прессования нашел широкое

промышленное применение при формовании фасонных изделий сложной конфигурации, к равноплотности которых предъявляются высокие требования.

В результате всестороннего сжатия материала при изостатическом способе прессования общая плотность отформованного изделия получается выше, чем при аналогичном давлении статического прессования в металлических формах, поэтому для получения равно степени уплотнения при изостатическом прессовании требуется относительно низкое давление. По данным [1,2] изостатическое прессование позволяет в среднем снизить на 30% давление, требуемое для достижения аналогичной плотности отформованного изделия при статическом прессовании. Кроме того, при изостатическом прессовании значительно снижается металлоемкость и упрощается конструкция оборудования.

Принцип вибрационного прессования при полусухом прессовании изделий заключается в том, что под действием кинетической энергии, создаваемой вибратором, частицы смеси, находящиеся в матрице, приводятся в состояние колебательного движения. При этом отдельные частицы внутри смеси, перемещаясь, заполняют пустоты, увеличивая тем самым плотность смеси. При вибрационном прессовании наряду с уплотнением смеси эффективно удаляется газовая фаза,

Несмотря на широкое использование вибрации при производстве строительных материалов, вибрационное прессование полусухих масс является малоизученной проблемой. Основными преимуществами вибрационного прессования являются сравнительно небольшие затраты металла на изготовление матрицы, малая масса установки, высокая плотность отформованного изделия при относительно низких удельных давлениях формования.

Существует множество схем реализации процесса вибрационного прессования, определяемых типом материала, размерами и формой прессуемого изделия и др. основными схемами являются:

- свободное виброуплотнение,
- виброуплотнение со статическим прижимом пуансона;
- виброуплотнение с динамическим прижимом пуансона;
- виброуплотнение в плавающей матрице с прижимами.

Основными недостатками, объединяющими все вибрационные установки, являются значительный шум при работе, необходимость виброизолированных фундаментов, применения деталей и узлов повышенной прочности и жесткости.

Процесс уплотнения смеси при роликовом прессовании происходит в результате приложения к поверхности смеси кратковременных повторных нагрузок. Прочность частиц уплотняемой смеси значительно превышает прочность связей между частицами. Поэтому уплотнение смеси происходит за счет взаимного перемещения частиц твердой фазы и уменьшения вследствие этого пористости смеси за счет вытеснения воздуха из пор.

Наибольшая эффективность уплотнения достигается, когда удельное давление на поверхности контакта смеси с роликом составляет 0,9 - 0,95 от предела прочности[3]. Для достижения требуемой степени уплотнения смеси необходимо многократное укатывание роликом при постепенном повышении давления прессования.

Динамическое прессование в прессах применяется в виде ударного, взрывного и гидродинамического способов. Ударный способ основан на принципе свободного падения рабочего органа (подвижного пуансона) с определенной высоты. В результате накопленная кинетическая энергия расходуется в момент соударения со смесью на прессование смеси в матрице. При ударе подвижного пуансона о смесь в матрице скорость пуансона изменяется за очень малый промежуток времени. Поэтому удар пуансона о смесь можно характеризовать как импульс. В результате даже при небольшой массе подвижного пуансона и высоты его падения за счет малости времени удара удельное давление достигает значительной величины. Поэтому с точки зрения энергоемкости, ударный способ прессования имеет определенные преимущества по сравнению с другими.

ВЫВОДЫ:

1. Для полусухого формования строительных изделий применяется несколько способов прессования. Универсального способа, приемлемого для любых изделий не существует.
2. Для производства тротуарной плитки сейчас используется в основном роликовое прессование. Однако этот способ не обеспечивает требуемой производительности продукции.
3. Представляется перспективным применение для производства тротуарной плитки способа ударного (импульсного) прессования. Необходимо создание оборудования для реализации данного способа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций,- М.: Высшая школа, 1971,382с.
2. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов - М.: Стройиздат, 1970, 488с.
3. Джылкичиев А.И. Основы теории расчета и проектирования оборудования для производства изделий полусухим способом формования. Дисс. докт. техн. наук - Алматы, 2003, 258с.

УДК 627.72

Мировоззренческий аспект как гносеологическая основа воспитания нравственности, неотъемлемая составляющая культуры

Н. С. Дудак

Павлодарского государственного университета

им. С. Торайгырова

Оңушы жастарды өнегелі тәрбиелеудің тиімділігі әлемнің табиғи голографиялық және тергия-ақпараттық жүйедегі барлық тірілілік қубылыстарының өзара өсері, адамның эволюциядағы ролімен маңызын, оның ойшырының өте нәзік знереиясымен акріаратының әлгмде?, іжәнг накрғы адамның өзіне бағытталған өзара байланысының бірлігін сезінуарңыты гана мүмкін.

Эффективное воспитание нравственности у учащейся молодежи, возможно только путем осознания взаимосвязи взаимодействия, и единства всего сущего в живой голографической энерго-информационной системе Вселенной, роли и значения человека в эволюции, влияние его мысли как тонкой энергии и информации на все процессы во Вселенной и на самого человека.

The effective moral bringing-up of students is possible only by way of correlation's interference perception, by unity of all real in holographic informational system of Universe, by man's role and importance in evolution, man's thought influence as a subtle energy on all processes in Universe an on the man himself

Религиозная этика привязывает человека к прошлому и прививает ему страх и повиновение Высшей Силе. Когда-то, в архаические времена, дикому человеку, по-видимому, нужно было прививать такое повиновение. Но, как известно, принуждение вызывает протест. В современных условиях Живая Этика предлагает человеку сотрудничество. Это сотрудничество должно опираться на научное знание и формировать космическое сознание - сознание Космоса. Такое сознание вырабатывается с помощью целого ряда осознаний.

Одно из главных - это осознание и понимание Вселенной как живой голографической энерго-информационной системы и понимание того, что человек - его неотъемлемая составная часть как клеточка или атом. Данные древних сокровенных источников об устройстве Мироздания, энергетической картине мира и о свойствах материи (Веды, египетский Герметизм) - это тот уровень, к которому, расшифровывая древние символы и исследуя материю, сейчас подходит современная физика. Живая Этика и современная наука являются базой для этого осознания.

Важнейшим для выработки современного научного миропонимания является также осознание и понимание Творца как энергии и информации и отсутствие личного антропоморфного Бога. Есть энергия и информация, есть законы взаимодействия разных видов материи - космические законы, частью которых являются законы физики и других наук, вплоть до социальных, которые надо выполнять. Во Вселенной нет ничего, кроме материи (в понятие материя также включается дух - самая тонкая дифференциация материи). Материя разной степени дифференциации по плотности и весь феноменальный мир - продукт ряда последовательных превращений Абсолюта, Беспричинной Причины и Источника всего сущего. «Аллах сам себя зародил» - провозглашает Коран; «Бог зажег звезды» (Библия); «звезды горят от взаимодействия с ходом времени» (И. А. Козырев). Крупицы знаний рассыпаны в разных источниках, которые очень долго и сложно собирать. Целенаправленно их собирать реально только на основе современного Провозвестия. Осознание космических законов Иерархии Света, Любви, кармы (причинно-следственных связей), реинкарнации (перевоплощения), свободы воли, созвучия, эволюции, мысли и психической энергии и других приводит к пониманию роли и ответственности человека как участника космических процессов и значимости миссии человека. Такая картина мироустройства является более убедительной, реальной и обязывает человека к сотрудничеству с Высшей Силой и друг с другом. На этой ос-

нове укрепляется нравственность и формируется сознание людей - сознание Космоса или космическое сознание, стремление жить по космическим законам. Исчезает механическое миропонимание и вред, наносимый им равновесию Мироздания. Осознание взаимосвязи и единства всего сущего, мгновенных тонко-энерго-информационных взаимодействий (по данным Живой Этики и науки), появление и осознание чувства сопричастности со всеми процессами во Вселенной формирует понимание взаимодействия миров, способствует изживанию страха и обреченности на одиночество в беспредельном Мироздании, действует психологически положительно и развивает сопредельность с Беспредельностью, то есть восприятие Беспредельности не как чего-то пугающего, недостижимого, а реально постижимого.

Осознание существования Силы, стоящей над человеком, Силы, все дающей и заботливо и терпеливо направляющей человека по наиболее благоприятному пути в эволюции, вызывает чувство благодарности. Осознание благодарности есть возбуждение лучших вибраций в энергетической сущности человека, является основой для возникновения доверия к Высшей Силе, терпимости к недостаткам друг друга, доброжелательства, понимания того, что человек во Вселенной (системе наибольшего благоприятствования человеку) или возвышает себя, или низвергает в бездну.

Осознание всеначальной, психической (торсионной - на языке физики) энергии, энергии мысли, хорошие последствия доброго мышления и плохие последствия мышления во вред дисциплинирует человека и показывает целесообразность и практичность добрых, чистых мыслей, мыслей доброжелательства, благодушия, человеколюбия.

Осознание незримой реальности: энергий и Миров Тонкого и Огненного Планов - приводит к закономерному, законному сочетанию мысли, энергий человека с энергиями Космического Магнита и внутреннему преобразению, а данные науки об исследовании ауры человека, его тонкого тела и Тонкого

Мира и понимание тонкой сущности человека и сознания как результат накопления тонкой структурированной энергии в энергетической составляющей человека исключает ложные представления об основе жизни и вредное механическое миропонимание, что способствует укреплению планеты и Вселенной.

Осознание сути музыки как выражения гармонии вселенских связей и необходимости музыки, созвучной с Космосом, музыки, улучшающей Космос, позволяет избежать появления и использования плохой, аритмичной музыки, вредной для пространства и всего живого. Вселенная держится в равновесии гармонией, гармония - это способ существования Вселенной, а музыка, отражающая эту гармонию - это музыка, необходимая отдельному человеку, человечеству, всему живому, планете, Вселенной. Музыка, как и мысль, отлагается на материи окружающего пространства, живет тысячелетия и влияет на людей, на человечество, на энергоинформационную ситуацию на планете. Как отмечает английский пианист К. Скотт - музыка формирует характер последующей эпохи. Понимание, осознание этого влияния поможет изгнать из жизни вредную музыку и оздоровить пространство, планету, человечество, оздоровить все стороны жизни.

Осознание человека как части Вселенной, которая есть энергетический поток, материально-энергетический процесс (макрокосмос), помогает осознать себя как изменяющийся поток, процесс (микрокосмос), в структуре которого идут важные процессы накопления структурированной энергии в энергетической чаше, энергии, образующей сознание человека, его качество. И качества духа человека оказываются ни чем иным, как накопленной, структурированной энергией, которую желательно иметь высшего качества, живя по законам нравственности, чтобы иметь качества положительные: любовь ко всему сущему, глаз добрый, благодушие, сотрудничество, добротворчество, почитание Высших Сил, незлобивость, великодушие, терпение, терпимость и другие.

Осознание материальности процессов в духовной, психической сфере (мыслей, чувств, побуждений), которые могут быть зафиксированы приборами по изменению цвета ауры и силе излучения, показывает целесообразность правдивости и всех положительных качеств и непрактичность лжи, лицемерия, обмана и т. п. Понимание того, что качества человека и все духовные процессы в микрокосмосе проявляются через материальный носитель - тонкие энергии - побуждает человека накапливать лучшие структурированные энергии и оценить совершенство человеческого аппарата, к которому в той или иной мере приближаются все созданные человеком-творцом машины. Осознание материальной основы духовности, возможность регистрации чувств приборами помогает укрепиться в понимании реальности материальности самых тончайших процессов в сознании и преодолеть предрассудки ненаучных подходов к незримой реальности и использовать в будущем для практического подтверждения целесообразности положительных и нецелесообразности отрицательных качеств и работы по улучшению состояния своего сознания.

Осознание вреда сквернословия как разрушителя пространства и источника многих бед поможет эффективно освободиться от этой духовной язвы. Среди некоторых людей бытует мнение (они приводят какие-то газетные источники), что «красивый» мат иногда нужен, иногда убедителен, что для разрядки иногда нужно подойти к забору и красиво произнести мат. Они утверждают, что «это помогает». Одному из таких сторонников «красивого сквернословия» пришлось сказать такие слова: «Мысли и вибрации сквернословия вредны и разрушительны для живой энергоинформационной системы Вселенной и для тебя, хотя они на плотном плане и не ощутимы. Попробуй такое «красивое нарушение закона» применить в электроэнергетике: надень на руку красивые провода и вставь их концы в розетку. Посмотрим, что случится с тобой и твоей рукой». В ответ на это замечание сторонник «красивого сквернословия» не смог произнести ни слова.

Осознание человеком своей сопричастности ко всему, что есть на Земле и во Вселенной, своей ответственности за состояние мира и планеты поможет выработать стимул к самосовершенствованию, уйти с пути пассивного ожидания вознаграждения за просьбы милости у Высшей Силы. Ведь Иисус Христос призывал: «Итак, будете совершенны, как совершенен Отец ваш Небесный», то есть он указал путь самосовершенствования.

В настоящее время, когда народы умножились чрезвычайно и их мощная тонко-материальная система чрезвычайно напряжена и устремлена к чисто земным, материальным и эгоистическим, враждебным проявлениям, их влияние на равновесие планеты усилилось неимоверно и представляет серьезную угрозу для существования планеты. Нет вселенского первозданного зла. Все зло создано человеком. Теперь не достаточно религиозного уровня, религиозного мировоззрения, для эффективного выполнения человеком своей миссии. Человек-раб должен стать активным сотрудником Высших Сил. И это осознание своей миссии оказывает преобразующее воздействие на человека. Ведь даже святые повторно возвращались на Землю, потому что много времени уделяли просто восхищению в ущерб планомерному строительству жизни. Человек должен быть воспитан, чтобы исправить принесенный ранее планете и Вселенной вред. Его нельзя исправить, произнося моления о прощении. Закон требует исправления изживанием на себе, но только осознанное и пережитое может быть изжито.

Только осознав вред и последствия лишения жизни всего живого, человек может стать гражданином Космоса. Нужно беречь каждую былинку, каждое живое существо (нашествие вредных животных и насекомых - это не норма жизни, а нами спровоцированное явление).

Осознание роли красоты, искусства, культуры преобразует всю жизнь: осознанное устремление к предметам искусства преобразует сознание. Энергетическое поле культуры осветляет ауру места, преобразует излучения предметов и людей.

Потому не зря Н. К. Рерих выдвинул идею Пакта Мира и знамени Мира для защиты памятников культуры и претворил ее в жизнь.

Заключая все сказанное о значении осознания истинной природы вещей (Основ Бытия), следует отметить, что именно поэтому все древние учения начинались с изложения Космогонии и Творения, то есть для выработки правильного мировоззрения. Древним людям давалась верная основа воспитания нравственности, иначе путь человечества был бы путем саморазрушения, в чем человечество периодически преуспевает. Нравственность имеет духовные корни, а духовность - это истинное понимание Основ Бытия. Потому она есть неотъемлемая составляющая культуры как почитания Света, Святого, Высшего.

- I УДК 681.3

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ДАННЫХ ПРИ КРЕДИТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

||1 А.А. Шарипбаев, А.С. Омарбекова

111 ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, г. Астана

С.Т. Дузельбаев, С.О. Юсубекова

ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

111 *Бұл жұмыс кредиттік технологиямен оқытудың оқу процесін автоматизациялауға арналған бағдарламалық өнім.*

рЩ *Данная работа является программным продуктом для автоматизации*
; ÿ \ *учебных процессов при кредитной технологии обучения.*

The given work is software for automation of educational processes at credit system of training.

Кредитная технология - совершенно новая, не похожая на традиционную модель образования система, которая зародилась более двадцати лет назад на Западе. В Казахстане по кредитной технологии уже год готовят магистров. С начала нового учебного сезона министерство образования готовится внедрить систему в бакалав-риате. Для того чтобы бы получить академическую степень, студенту за четыре года необходимо освоить 40 дисциплин. На изучение одного предмета отводится семестр - 15 недель.

Нет малых, плохих, хороших. Каждая дисциплина должна быть оценена равнозначно, в среднем - три кредита.

Слово "кредит", хотя и ассоциируется с деньгами, но никакого отношения к ним не имеет. Это единица измерения учебной работы студента. Чтобы получить один кредит, необходимо на протяжении семестра еженедельно в течение часа общаться с преподавателем.

Преподаватель поработал с вами, и студент обязательно должен отработать два образовательных часа в библиотеке и аудитории. В течение четырех лет он должен освоить 120 кредитов.

Сам образовательный процесс меняется в корне. Лекции будут проходить в форме круглого стола или семинара. Одно из преимуществ новой системы - право выбора. Студентам предоставляется возможность построить собственную траекторию обучения, с помощью консультанта определить дополнительные дисциплины для специализации в конкретной отрасли. Посещение этих занятий индивидуальное, экзамены каждый сдает тоже по своей схеме, в зависимости от выбранной траектории обучения. В министерстве образования считают, что кредитная технология - одна из самых прогрессивных моделей образования, которая отвечает требованиям подготовки кадров для современного общества. До конца года система будет внедрена в каждом вузе страны.

Вследствие внедрения совершенно новой технологии обучения, существующие программы, автоматизирующие процесс сбора, хранения, учета данных потеряли актуальность. Поэтому возникла необходимость создания новой программы, которая решает новые поставленные задачи.

База данных основана на архитектуре "клиент-сервер", что обеспечивает коллективный доступ к базам данных в локальной сети.

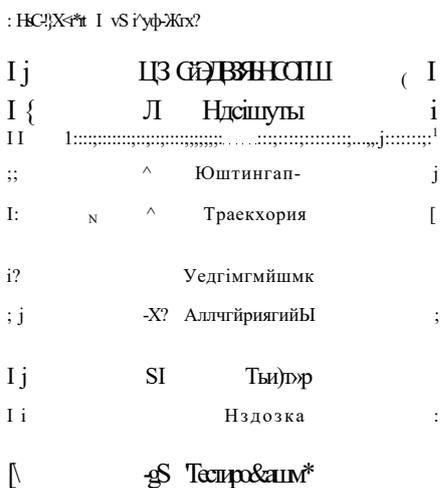


Рисунок 1

Серверная часть программы - это рабочее место офис регистратора, клиентская - студента.

После установки серверной программной оболочки в главном меню появляется группа "Кредитная технология", в ней два ярлыка: "Офис Регистратора", "Справка". Вход в систему офиса регистратора производится после ввода пароля (рисунок 1).

X" ?

«

Шк irj фнвса

[.....'wimuu'
i.....§-T<Л: рШШыБ?*"

Смгжяиоты:
Tlo>::

ФИО. ММфВ
Мксте рчбны «ф»: ; миллпра

«к [<вдг«фй: Г

Л^т» отаяноот: Г
J lbeoiiwoiwycTi.;^^^
I Тргцию^тж I^^fl t
; СИВМ»!»*»*
; tMe»» i<бчы: *»*
5 ДН-whk»; «KUMF
СМФЖ» я мккТМ JMWI"

Шда/кохз»: ;
Ялр»* аууwmwsw e шчв»:
ГМФЖЫК
КолЦГ:.....

;; К*МШК*Н
:"КпххвхдохволОммме
Дготы: •
: ОНва иб»дяс:
; iНам^ (кф(<<Нi>по.дк«фрс if®
: Оi» учийлм: i-
Бпшисммця+-рмив»; !
Д>б*»Лис i Ухмпки* i Ortutu

румой»» «» мс*у jnVj
Срвжа срнбгая: (Ласъ)*.
»> wакулwаМс •
Afljtai h>!u:f.
; Н»<<» *рулNаi? i®*
I Тудия »ММф
Ойлкмш"»»»»!"

Рисунок 4

| | | | | | | |
|--------------|--------------|-----------|------|----|-----------|---|
| OM | W*»* | "w | I J: | «Л | ituc | : |
| 'rto feu^^py | Kii ftvSO^ - | | | | | |
| г | viYA^ | Нкрг | | | Orwton | J |
| ¥ | | ОП | | | к« яшм | |
| S | SWM | C w | | | ГпАсдН | |
| | | ti»»». | | | Врчлс | |
| | SCAWW | | | | NV14 >:4 | |
| 'T | ^NKM | | | | WSYHr | |
| | | | | | tb>WS« | |
| L | AWAW | Ик | | | | |
| Y | ЗлоЯ»»; | КW | | | | |
| S | | | | | МW»» | |
| г | | Г»»»! | | | | |
| у | | »лгч | | | | |
| | | U-w | | | ЛЮЯЧ | |
| г | | Ап* | | | Члвжк | |
| | | | | | *jotmi^WA | |
| I: | »Чууп | | | | | |
| | НQH | РЧИ | | | | |
| | Лвчаж | Квп*)*ю*» | | | иоа: Jfti | |

Рисунок 5

Выбор пункта "Контингент" позволяет вести учет данных студентов (рисунок 4). Предусмотрен поиск по первым буквам и сортировка по фамилии, специальности, пинкоду. Пинкод каждого студента автоматически формируется при добавлении новой записи. По этому коду обучающийся входит в систему формирования своей траектории обучения.

Кнопка "Отчет" реализует выборку из общего числа студентов по следующим критериям: специальности, основе обучения, национальности, попу (рисунок 5).

Пункт меню "Траектория" позволяет офис Регистратору просмотреть траекторию обучения конкретного студента.

Кнопка "Учебный план" автоматизирует процесс ввода рабочих учебных планов по дисциплинам (рисунок 6).



Рисунок 6

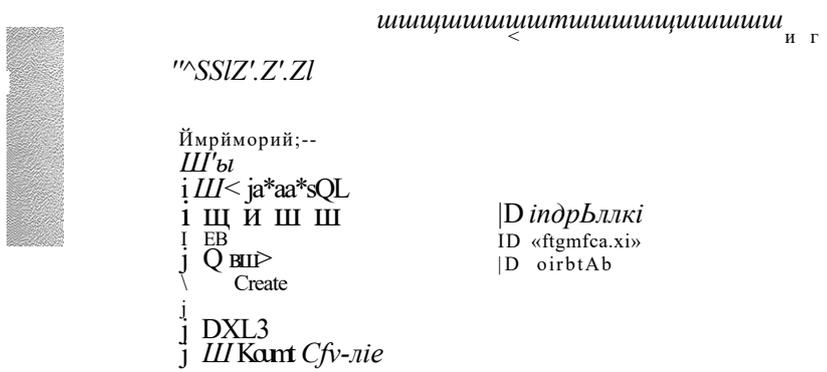


Рисунок 7

Кнопка "Нагрузка" позволяет рассчитать нагрузку каждого тьютора, выдать список студентов, выбравших конкретную дисциплину данного тьютора (рисунок 9).

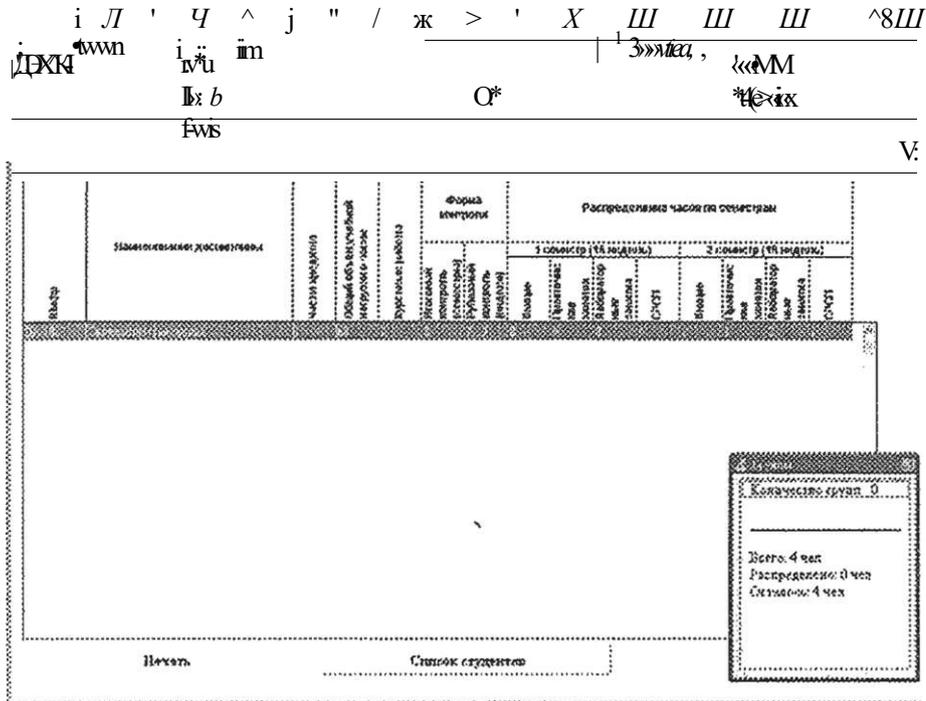


Рисунок 9

Кнопка "Тестирование" позволяет проводить рубежное тестирование. Регистратор подключает тесты и запускает программу тестирования.

После установки клиентской часть программы "Студент" в главном меню появляется группа "Кредитная технология", в ней три ярлыка: "Студент", "Тестирование", "Справка".

Пункт "Студент" предназначен для выбора траектории обучения каждого студента. При вводе пинкода проверяется наличие данного номера в базе данных контингента студентов. Если такой найден, то на экран выводится данные рабочего учебного плана специальности обучающегося (рисунок 10).

ГрiM диrаионик •OaistaS-fOrti tpa мi оцн а» *] к ??»

| Иифр | Наименование дисциплины | число кредитов | курс/семестр | инрм» (*аг.оря/штгтетхр м оналгрт) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|----------------|--------------|------------------------------------|----------|----------------------|-------------|------------------|---------|------|-----------------------|-----------|----------|---------|------|---------|-----------|
| | | | | 1 семестр (15 недель) | | | | | | | 2 семестр (15 недель) | | | | | | |
| | | | | лекции | семинары | практические занятия | лаборатории | курсовые проекты | экзамен | эссе | доклады | дискуссии | семинары | экзамен | эссе | доклады | дискуссии |
| иит | Математические методы | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| КАВ | Курсовый проект | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| asiM | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| oik | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| •жнсч | iteattsiffuytmatmtt} | | | | | | | | | | | | | | | | |
| •х-ям | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| стия? | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ШЫ РмагкуinЪ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ойии; | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OR »2 жM&S «сj] | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Студент: Алмабектe Абулгул Жагипов Статус: зарегистрирован Процент выполнения траектории

Рисунок 10

Для конкретизации необходимых данных учтен выбор группы дисциплин (общеобразовательные, базовые, профилирующие)» компонентов (обязательные, по выбору), курса.

При двойном клике на строке выводится форма, в которой отображается следующая информация; альтернативы дисциплины, список тьюторов, пререквизиты, постреквизиты, силлабусы. После выбора всех необходимых данных, возможны просмотр и печать выбранной траектории обучения студента.

Пункт "Тестирование" позволяет студенту протестироваться по дисциплине. Данные сохраняются в базе данных и помогают преподавателю оценить знания студента.

Таким образом, с помощью данной программы может производиться учет данных при кредитной технологии обучения студентов в любом высшем учебном заведении.

i УДК 624.074.43

С.К. Ельмуратов

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

Жер бетінің орталық қатысына векторлық түрде тепе-теңдік пен қабьқтың крзгалу теориясының теңдеу қорытындысы келтірілген. Жаңа сстдың сызба негізінде - қисық сызықты тор әдісімен турацтың пен теңселуге пластина мен қабьц алгоритм! жасалган.

Приведен вывод уравнений равновесия и движения теории оболочек в векторной форме относительно срединной поверхности оболочки. На основе новой численной схемы - метода криволинейных сеток разработан алгоритм расчета пластин и оболочек на устойчивость и колебания.

The derivation of equilibrium and movement equations of theory of shells in vectorial form relative to middle surface of a shell is reduced. Based on numerical scheme - method of curvilinear net ~ the algorithm calculation of plates and shells was worked out for stability and oscillations.

Рассмотрим оболочку двоякой кривизны, которая находится под воздействием внешних нагрузок. Проведем сечения в направлении осей x^1 и x^2 , нормально к срединной поверхности оболочки (рисунок 1).

Для площадки размером $4a = \sqrt{a_{11}a_{22}}$ запишем условие равенства нулю главного вектора всех сил, приложенных к рассматриваемому элементу пологой оболочки в ее срединной поверхности [1].

$$\frac{d}{dx^1} \left(N^{1i} \right) + y_j a_{ij} = 0 \quad (1)$$

где $N^{1i} = N^{01} \cdot e_i$ - ковариантный вектор внутренних усилий с компонентами $i = 1, 2, 3$;

e_x, e_2, e_3 - п - векторы основного тона локального базиса системы координат x^1, x^2 ; $(\ddot{e}_3 = [\ddot{e}_1, e_2]/4a)$;

q - вектор внешней нагрузки, $[\cdot]$ - знак векторного произведения векторов
 Векторы усилий *являются* составляющими для заданной срединной поверхности контравариантного тензора с векторными компонентами

$$\begin{aligned} N^1 &= N^m e_1 + N^{mz} e_2 + Q^0 \\ N^2 &= N^2 e_2 + Q^0 \end{aligned} \quad (2)$$

Принимая, что x^1 и x^2 всегда ортогональны, то есть $e_2 \cdot e_1 = 0$ или иначе $|e_1| \cdot |e_2| \cos \alpha = 0$, получим

$$\begin{aligned} N^1 &= N^m e_2 + Q^1 e_3 \\ N^2 &= N^2 e_2 + Q^0 \end{aligned} \quad (3)$$

Или в индексной форме

$$N^a = N^{aa} e_a + Q^0 \quad (4)$$

Выражения для усилий имеют вид

$$\begin{aligned} & E h \\ \text{AG} &= \frac{E h}{1 - \nu} + \dots \\ & \frac{E h}{1 - \nu} \cdot [m^n a^n s_n + w^n a^n e_{22} + a^{il} a^{ll} s_{ll} - \nu a^n a^{ll} e_{ll}] \\ & \frac{E h}{1 - \nu} \left[\dots \right] \quad \text{CO} \\ & \dots \end{aligned}$$

Из полученных выражений (5) видно, что физико-механические свойства и геометрические характеристики оболочки (E, ν, h) можно задавать дискретно. Это позволяет весьма произвольно задавать неоднородность материала, менять толщину оболочки.

Выражения для перерезывающих сил Q^0 определяются из условий равенства нулю главного момента внутренних усилий и моментов, действующих на элемент оболочки

Вектор внутренних моментов определяется по формуле

$$M = C_{\alpha\beta} M^{\alpha\beta} \Gamma \quad (6)$$

где $C_{\alpha\beta}$ - дискриминантный тензор поверхности ($C_{11}=C_{22}=0$, $C_{12} = -fa$, $C_{21} = -Va$)

Векторы внутренних моментов будем выражать через их ковариантные компоненты

$$\begin{aligned} M^1 &= 4a(m^1 e^2 - M^1 e^x) \\ M^2 &= m^2 e^2 - M^2 e^2 \end{aligned} \quad (8)$$

Подставляя (8) в (6) и умножая результат на полученные векторы e_2 и e_Γ основного локального базиса получим соответственно выражения для Q^1 и Q^2 . При этом необходимо учесть, что контравариантные компоненты тензора внутренних моментов $m^{1\alpha}$ между узлами можно усреднить через их значения в основных узлах сетки с помощью закона преобразования компонент тензора

$$(m^{\alpha\beta})_{\langle n \rangle} = \{a\} \Gamma^{-1} \cdot a^{\alpha\beta} T \quad * \text{отмечено} \langle \langle - M f \rangle \rangle \quad (9)$$

и принять во внимание свойства векторно-скалярного произведения трех векторов

$$\begin{aligned} \int -e_{\alpha\beta} e^{\alpha\beta} \\ T^\alpha e_\alpha \ll T^{\alpha\beta} \end{aligned} \quad (10)$$

Контравариантные компоненты тензоров изгибающих и крутящих моментов выразим через ковариантные компоненты изгибных деформаций

$$\begin{aligned} M^\alpha &= \{a^\alpha\} a^\alpha u_n + m^{11} a^{22} u_{22} \\ U^{22} &= \{a^{22}\} a^{22} u_{22} + u^n a^{22} \wedge_n \\ M^{12} &= M^{21} = D \{l-v\} a^\alpha a^{22} v_n \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь D - цилиндрическая жесткость.

Компоненты тангенциальных деформаций срединной поверхности определим через вектор перемещений

$$\ddot{y} \sim u_3 e^3 - u^1 e^1 + u_2 e^2 + u_3 e^3 \quad (12)$$

по формуле

$$s_{xp} \sim \frac{1}{2} \left(\frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\partial x}{\partial y} \right) \quad (13)$$

В пологих оболочках тангенциальными деформациями s_n можно пренебречь ввиду их малости, и тогда можно записать

$$s_{aa} = \frac{dU}{dx} + \frac{1}{2} v \quad (W)$$

Изгибные деформации срединной поверхности в векторной форме будут иметь

$$q = \frac{\partial y}{\partial x} \quad (15)$$

здесь q - вектор углов поворота окрестности точки срединной поверхности определяется из выражения

$$Q = C^{ap} u_a \ddot{e}_p = \frac{1}{l/a} u_1 e_2 - \frac{1}{l/a} u_2 e_1 \quad (16)$$

С учетом этого можно получить дискретные зависимости для компонент тензора изгибных деформаций l_{11}, l_{21}, j_{1n} .

Углы поворота нормали срединной поверхности оболочки выражаются через перемещение по формуле

$$\frac{\partial y}{\partial x} =$$

Примем, что вектор внешней нагрузки q меняется во времени по определенному закону. Тогда согласно принципа Даламбера надо учитывать силы инерции при движении оболочки. В этом случае нагрузка в векторном виде будет

Здесь первый член представляет собой внешнюю нагрузку, меняющуюся во времени весьма произвольно; второй член определяет инерционную силу. В выражении (18) p - плотность материала, JJ - вектор перемещений. Для случая гармонических свободных колебаний оболочки решение (1) можно записать в виде

$$0(x^1, x^2, t) = u(x^1, x^2) \sin(\omega t + q) \quad (19)$$

Здесь $0(x^1, x^2)$ - амплитуда синусоидальных колебаний, ω - частота собственных колебаний. Подставляя (19) в (1) и сокращая на $\sin(\omega t + q)$ получим уравнение собственных колебаний оболочки

$$\frac{d^4 a N^j}{dx^4} + \frac{d^2 J a N^2}{dx^2} - \omega^2 \rho h U = 0 \quad (20)$$

Для вынужденных колебаний решение ищем в виде

$$U(x^1, x^2, t) = u(x^1, x^2) \sin(\omega t) \quad (21)$$

где ω - частота возмущающей силы

С учетом (21) можно записать

$$\frac{d^4 a N^j}{dx^4} + \frac{d^2 J a N^2}{dx^2} - \frac{\omega^2 \rho h U}{g} = q(t) \quad (22)$$

Для гармонических вынужденных колебаний q задается в виде

$$q(t) = R \sin(\omega t + \varphi) \quad (23)$$

Во всех остальных случаях $q(t)$ может меняться во времени по определенному для каждого случая закону.

Для дискретизации полученных уравнений применим новую численную схему - метод криволинейных сеток [1] основанную на идее корректной аппроксимации ковариантной производной вектор-функции в криволинейных системах координат

В качестве координатной системы удобно использовать координаты, соответствующие номерам узлов разностной сетки в направлениях x^1, x^2 с постоянным интервалом при любой сетке. Величины J_{11} и J_{22} определяют расстояние между узлами в направлениях x^1 и x^2 .

Тогда векторное уравнение

$$\frac{\partial}{\partial x^2} + \dots = 0 \tag{24}$$

можно преобразовать к разностному виду учитывая, что $N^i = N^{ij} e_j$ ($i = 1, 2, 3$)- векторы внутренних усилий (рисунок 1)

$$[\dots + N^i + e_j] \dots - [\dots + \dots + \dots] + \dots$$

Выполним усреднение геометрических характеристик и нагрузки в узлах. Проектируя конечно-разностное выражение векторного уравнения равновесия элемента оболочки с центром в узле (i, j) на векторы взаимного локального базиса в узле (i, j) получим систему трех скалярных уравнений равновесия при $a = 1, 2, 3$.

$$\begin{aligned} & (y \text{ и } u_{0,5}; \dots + 4a) \\ & \dots \end{aligned} \tag{26}$$

Здесь $s \sim \dots = 1, 2, 3$ коэффициенты преобразования векторных компонент при переходе из локального базиса точки $i \pm 0,5; j \pm 0,5$ в локальный базис точки i, j .

Аналогично получаем дискретные выражения для компонент тензоров деформаций.

Полученные соотношения для тензоров деформаций и усилий необходимо дополнить граничными условиями, В методе криволинейных сеток формирование уравнений производится путем последовательной подстановки в уравнение равновесия векторных компонент напряжений и смещений. Граничные условия

в этом случае удовлетворяются последовательным исключением их нулевых компонент. Отпадает необходимость введения дополнительных законтурных точек, как это делается в методе конечных разностей. Рассмотрим контурный элемент оболочки размером $dx^1 \times dx^2$. Разделим его на ячейки относительно текущего узла ij (рисунок 2). На каждую ячейку контурного элемента действует определенная часть внутренних усилий и внешней нагрузки.

По граням элемента действуют силы

$$N_{/\pm 0,5; / \pm 0,5}^1$$

$$N_{J \pm 0,5; / \pm 0,5}^2 = -(\wedge v^-)_{i \pm 0,5; J \pm 0,5} \quad (27)$$

Если какая-либо ячейка отсутствует, соответственно исключаются и силы, а в уравнениях равновесия и движения компоненты усилий вводятся с соответствующими коэффициентами. Каждой ячейке соответствуют определенные разностные выражения, объединяя которые мы получаем разрешающее соотношение в рассматриваемом узле. Уравнения по контуру области для самых различных граничных условий формируются достаточно просто и наглядно. Например, свободный край по оси x^1 при $j=const$ имеет вид, приведенный на рисунке 3,а.

В этом случае

$$N_{M,5; / + 0,5}^2 = N_{f-0,5; / + 0,5}^2 = n_{>} N_{/ + 0,5; / + 0,5}^2 - N_{v f+0,5; / + 0,5}^1 = O_{n>} V_{Y1} = K_2 \sim Q,$$

Для случая свободного угла оболочки когда точка ij является угловой на внешней кромке имеем (рисунок 3,б)

$$M_{i-0,5; / - 0,5}^1 \sim M_{/ - 0,5; / - 0,5}^2 = O_{n>} M_{i-0,5; / + 0,5}^1 - N_{i-0,5; / + 0,5}^2 \sim Q_{>}$$

$$M_{f+0,5; / + 0,5}^1 = N_{f+0,5; / + 0,5}^2 = Q_{>} M = K_2 = K_4 = 0$$

Аналогично записываются граничные условия для других случаев опирания оболочки.

Уравнения равновесия и движения оболочки вместе с граничными условиями образуют замкнутую систему уравнений теории оболочек.

На основе изложенного метода криволинейных сеток разработан алгоритм расчета оболочек и пластин на устойчивость и динамику при продольно-поперечном нагружении исследуемого объекта. При разработке алгоритма расчета конструкций вводимые данные подразделялись на исходные данные для решаемой задачи и на данные о режиме счета и выдачи результатов. Это необходи-

МО для ускорения процесса ввода исходных данных, а также для выбора наиболее оптимального пути решения задач.

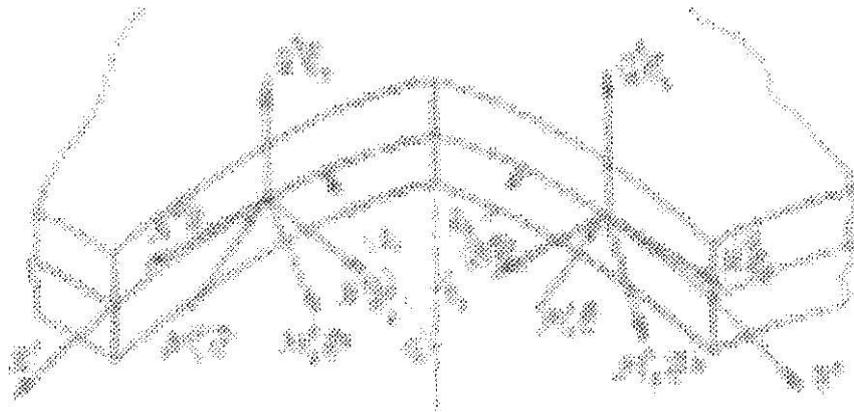


Рис. 1. Главные векторы усилий и моментов на срединной поверхности оболочки

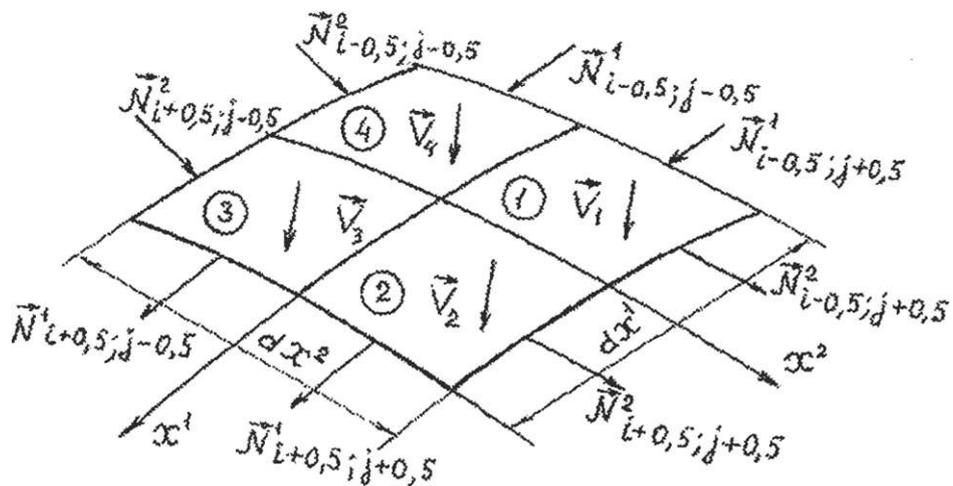


Рисунок 2 - Векторы усилий и объемных сил на ковдуре оболочки

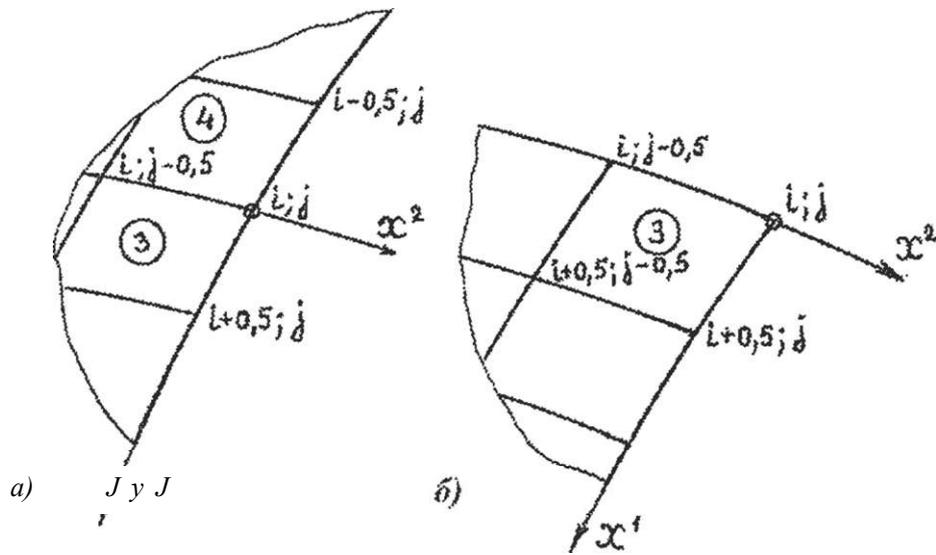


Рисунок 3 - Варианты i-раничных условий

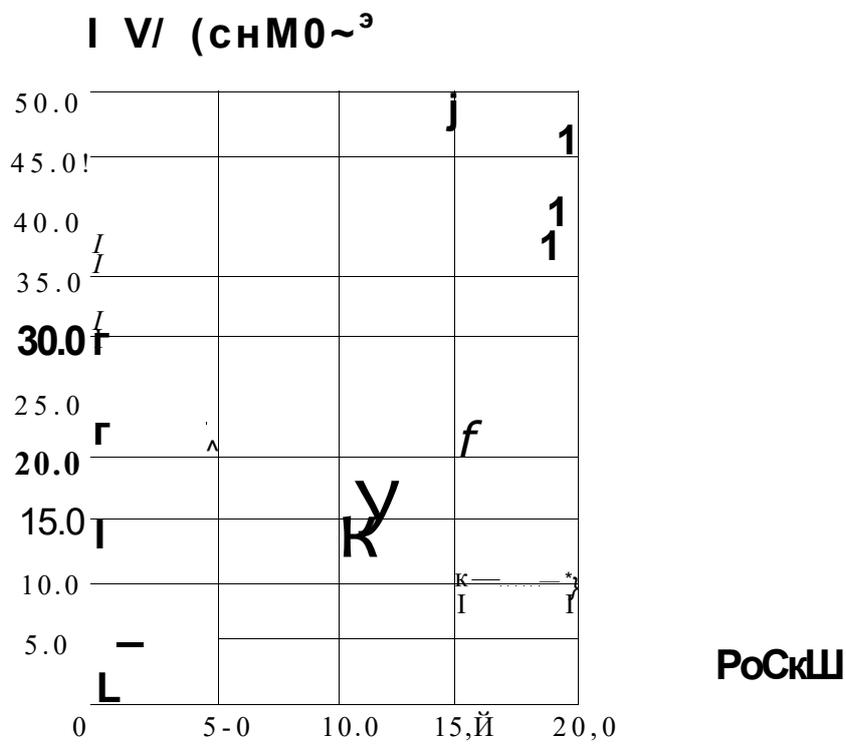


Рисунок 4 - График влияния сосредоточенной массы на наибольший прогиб

На начальном этапе решались тестовые задачи. Рассмотрена задача о вынужденных колебаниях прямоугольных пластин с учетом произвольно расположенных сосредоточенных масс при различных граничных условиях. Для сравнения решена задача о вынужденных колебаниях шарнирно опертой квадратной пластины, точное решение которой приведено в работе [2]. Вибрационная нагрузка приложена в центре пластины. Решение получено в двойных тригонометрических рядах. На рисунке 4 точные значения прогибов W отмечены точками. Решение этой задачи методом криволинейных сеток показало, что, начиная с 6 конечноразностных делений, погрешность не превышает 3%. Далее исследовалось влияние массы P_0 на значение наибольшего прогиба W . Масса менялась от 0 до 20 кН с шагом 5 кН. На рисунке 4 приведен график этой зависимости в виде кривой 1. Для сравнения эти же задачи решались автором методом конечных разностей на основе уравнений движения и совместности приведенных в работе [3]. Задачи решались при числе шагов сетки $5=6$ и $5=8$. Расхождение с точным решением составило 8%. Как видно из сравнения, метод криволинейных сеток дает более точные результаты.

В работе [4] исследуется сходимость метода криволинейных сеток в задачах устойчивости оболочек. На основе решенных задач авторы делают заключение, что метод криволинейных сеток может успешно применяться для расчета тонкостенных оболочек.

Таким образом, анализ решенных задач позволяет сделать вывод о том, что метод криволинейных сеток может быть успешно применен для исследования устойчивости и колебаний тонкостенных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жадрасинов Н.Т. Нелинейная деформация составных оболочек. - Алматы: Ғылым. 1998. - 174 с.
2. Киселева И.В. Колебания опертой по контуру прямоугольной ортотропной пластинки с учетом сосредоточенной массы в месте приложения вибрационной нагрузки. М.: МАДИ :, 1957,-вып. 21. -С 147-152
3. Ельмуратов С.К. Устойчивость и динамика неоднородных пластин и полых оболочек переменной жесткости. //Вестник ПГУ, №1, серия "Физика и математика". - Павлодар, 2005. - С
4. Гоцүляк Е.А., Врмишев В.Н., Жадрасинов Н.Т. Сходимость метода криволинейных сеток в задачах теории оболочек. //Сопротивление материалов и теория сооружений. Киев: 1981,-вып. 39.-С.80-84.

I УДК 624.121.54

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОВТОРНЫХ 1 НАГРУЖЕНИЙ НА ПОЛЗУЧЕСТЬ 1 ПОЛУСКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ В УСЛОВИЯХ ИХ ЕСТЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ

В.А. Козионов

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

§ Толтыру, іріктеу және толтыру режимінде олардың табиғи
э/сагдайдағы жартылай жартасты топырақтың ірі масштабты
Ш монолиттің жылжуының экспериментті зерттеудің нәтижесі
fg|§ қрастырылып әісатыр. Саңиналы толтыру әдісімен зерттелген топырақ
§§§§ сөніп жатқан жылжу параметрінің анықтау әдісі және нәтижесі берілген.

Рассматриваются результаты экспериментальных исследований ползучести крупномасштабных монолитов полускального грунта в условиях их естественного состояния в рео/симах погружения, разгрузки и повторного нагружения. Приводится методика и результаты определения параметров затухающей ползучести испытанных грунтов методом кольцевого нагружения.

The article dwells on the results of experimental research of creep of large-scale monoliths of semi-rock soil in condition of their natural state under loading, unloading and iterated loading. The author gives the technology and the results of parameters identification offading creep of tested soils by the method of circular loading.

ВВЕДЕНИЕ

Для решения ряда задач подземного строительства возникает необходимость определения реологических характеристик полускальных грунтов при повторных приложениях эксплуатационной нагрузки. К числу таких задач следует отнести; проектирование напорных подземных и заглубленных сооружений для хранения нефти и нефтепродуктов, углеводородных газов под высоким давлением, сжиженных газов, подхмных гидротехнических туннелей и др. Подавляющее большинство исследований реологических свойств полускальных грунтов выполнено на образцах

небольших размеров однородного строения, изготовленных по ГОСТ [1]. Такой подход вполне приемлем при проектировании сооружений на больших глубинах в хорошо сохранившем массиве окружающих грунтов. В то же время для решения задач строительства сооружений в приповерхностной зоне массива необходимо иметь данные о реологических свойствах грунтов в условиях их естественного состояния, характеризующихся трещиноватостью, неоднородностью и анизотропией. Рассмотрению массива пород в такой постановке посвящены работы Ж.С. Ержанова, Ш.М. Айтиалиева, Ж.К. Масанова, М.Т. Тусупова и др. [2], [3], Н.А. Цыговича, З.Г. Тер-Мартirosяна, В.Л. Кубецкош, С.Б. Ухова [4].

Естественная трещиноватость и неоднородность полускальных грунтов затрудняют, а в ряде случаев делают невозможным отбор представительных образцов для стандартных испытаний. Этим объясняется, по-видимому, сравнительно небольшое число экспериментальных данных о ползучести таких грунтов в условиях их естественного залегания, в том числе при переменных нагрузках.

Цель настоящих исследований - оценка влияния повторных нагрузок на ползучесть полускальных грунтов в условиях их естественного состояния. Для решения этой задачи использовался метод кольцевого нагружения (МКН) [5]. Некоторые данные испытаний грунтов этим методом представлены в работе [6].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Сущность метода заключается в приложении к поверхности основания через кольцевой штамп-цилик грунта вертикальной нагрузки и последующего ступенчатого приложения крутящего момента вплоть до разрушения грунта путем сдвига. Схема к испытанию грунтов МКН приведена на рис. 1.

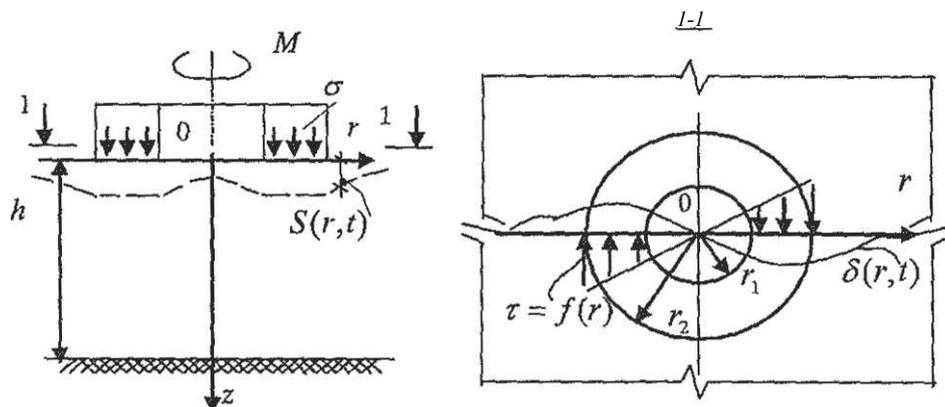


Рис.1. Принципиальная схема испытания грунтов МКН

Определение характеристик грунтов выполняется на основе соответствующих решений пространственных задач теории ползучести.

Опытные исследования проводились на крупномасштабных монолитах полускальных грунтов естественного состояния с размером стороны до 0.5 м.

Размер кольцевой нагрузки составлял: $r_2 - 0.1 \text{ м}$; $e = \gamma / \Gamma_2 - 0.6$. В ходе опытов осуществлялось измерение вертикальных и горизонтальных перемещений поверхности основания, как на участке приложения нагрузки, так и за ее пределами. Проведено восемь испытаний трех типов полускальных грунтов. Продолжительность отдельных опытов составляла более 8 месяцев.

Программы нагружения включали несколько циклов вертикальной нагрузки и последующей разгрузки грунтов. Во всех опытах проводилось также приложение к основанию горизонтальной нагрузки (крутящего момента).

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ

Показатели физических характеристик грунтов приведены в таблице 1.

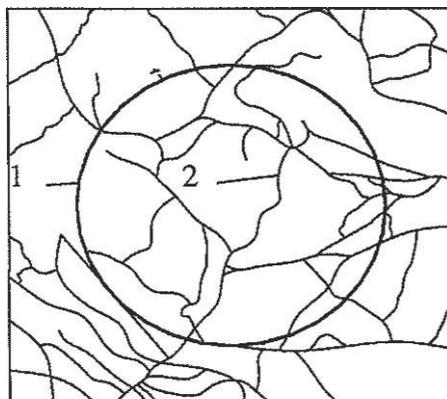
Таблица 1

Физические характеристики грунтов

| Тип грунта | Удельный вес частиц, кН/м^3 | Удельный вес, кН/м^3 | Влажность % | Коэффициент пористости |
|-------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------|------------------------|
| 1 Мергель | 21,2 | 22,5 | 1,430 | 0,23 |
| 2 Известняк | 27,0 | 24,4 | 0,002 | 0,13 |
| зтуФ | 26,6 | 18,4 | 0,003 | 0,45 |

При подготовке опытов производилась тщательная документация трещин на поверхности монолитов грунта (рис. 2).

Как видно из рис.2 на поверхности выделяются системы сомкнутых трещин с шириной раскрытия менее 1 мм. Общая протяженность трещин в основании целика составляет свыше 70 см. Отношение размера штампа к среднему расстоянию между трещинами составляет 4...5, что позволяет считать данный грунт квазисплошным и квазиоднородным.

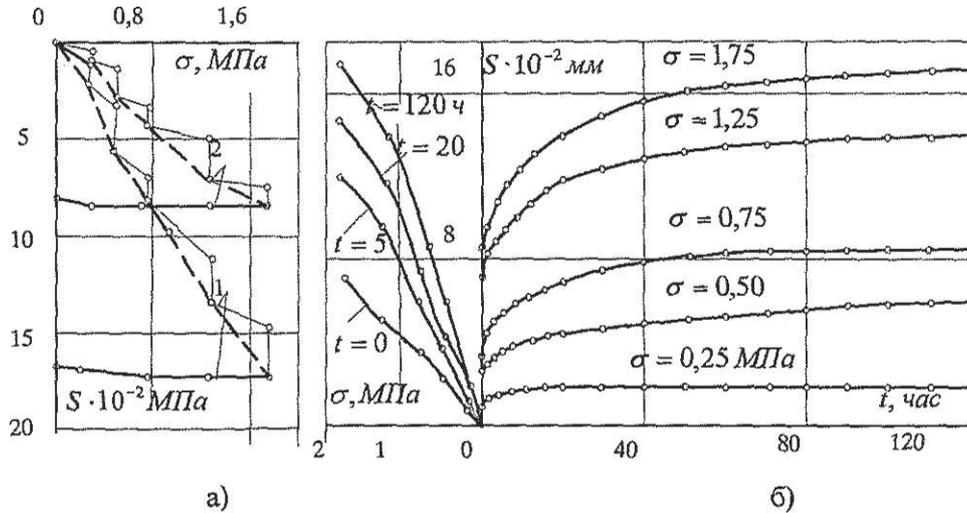


1- штамп-целик; 2 - трещины

Рис. 2. Зарисовка трещин в основании штампа-целика (мергель)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

На рис. 3 приведены характерные огибающие зависимости осредненных вертикальных перемещений штампа-целика и фиксированных точек поверхности основания, а также серии кривых ползучести и изохронные графики $S = f(\sigma, t)$ по результатам испытаний сжимающей нагрузкой мергеля.



а)-график $S \sim f(\sigma)$; 1 - по реперам на штампе; 2 - по реперам на поверхности;

б)-кривые ползучести и изохронные зависимости $S = f(\sigma, t)$.

Рис.3. Кривые ползучести мергеля

Анализ данных показывает, что все исследованные грунты обладают свойством ползучести. В ряде случаев величина стабилизированной деформации ползучести достигает 50... 70% от общей деформации при нагрузке. В интервале исследованных нормальных нагрузок деформации ползучести имеют затухающий во времени характер. Как следует из рис. 3 зависимость осадки штампа-целика и реперов на поверхности основания от приложенной нагрузки в интервале а- 0...1,25 МПа близка к линейной. При испытаниях известняка и туфа фиксировалась сравнительно малая сжимаемость грунта на первой ступени приложения нагрузки. Возникающие здесь небольшие деформации имеют местный характер и развиваются преимущественно под штампом-целиком. С увеличением внешней нагрузки перемещения возрастают, что свидетельствует о повышении распределительной способности грунта и превращении его в квазишлошную среду.

Анализ данных позволяет также отметить, что осадка поверхности основания по мере удаления от участка приложения нагрузки уменьшается, образуя чашу

прогиба, определенной для различных моментов времени кривизны (рис. 4а). Сопоставление чаши прогиба с теоретическими решениями (рис. 4б) показало, что модель однородного линейно-деформируемого полупространства не отражает в достаточной мере, экспериментальные данные. Как показал анализ лучшее соответствие опытных и теоретических результатов достигается при использовании модели основания в виде слоя ограниченной сжимаемой толщины.

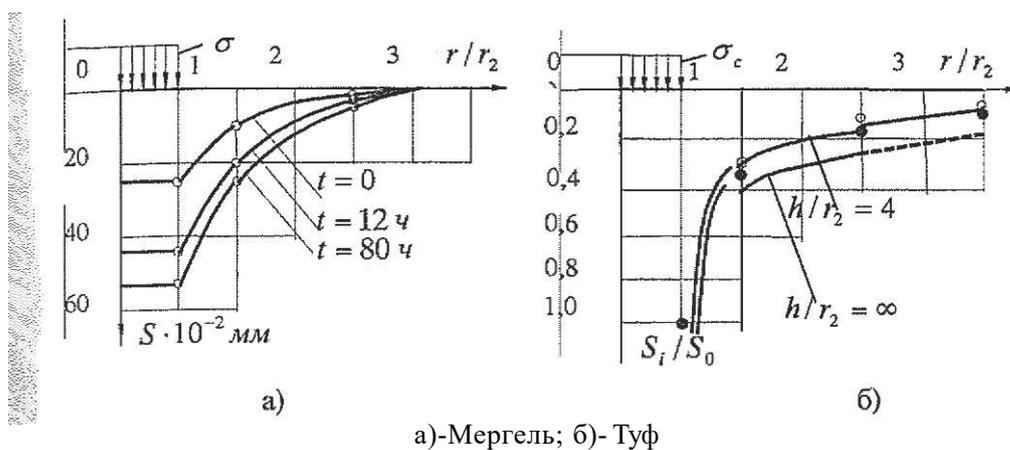
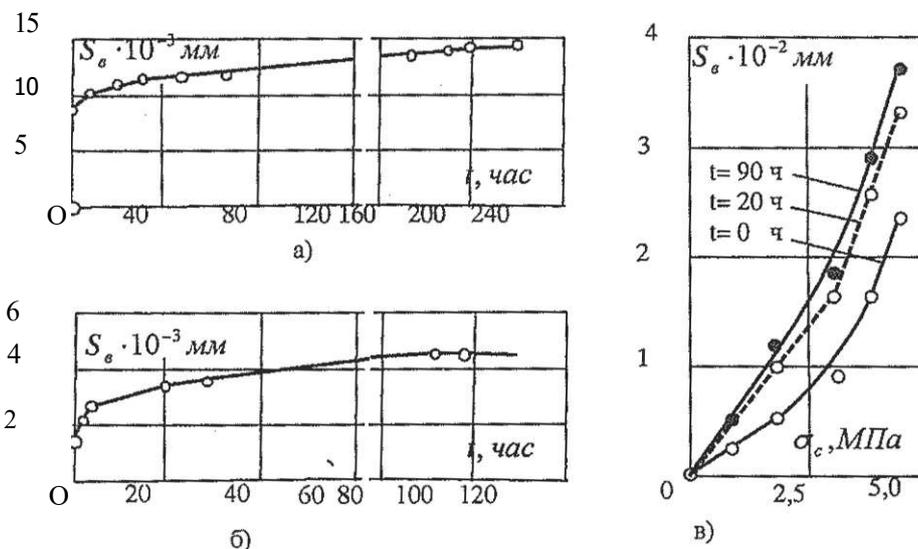


Рис.4. Воронки осадок поверхности грунта во времени

Характерным является и то, что относительная кривизна эпюр перемещений верхней границы основания $S_i / S_0 - r / r_2$ для различных моментов времени (рис. 4б) остается практически неизменной на каждой постоянной ступени приложения нормальной нагрузки.

Рассмотрим основные закономерности исследованных пород в режиме разгрузки. Характерные графики кривых ползучести при разгрузке и зависимости деформаций восстановления от величины снятого давления s_c , для различных моментов времени $S_{i,} = f(s_c, t)$ приведены на рис.5.



а), б) - кривые ползучести известняка и мергеля;

в) - зависимость $S_e - f(\sigma_c, t)$ для известняка

Рис.5. Деформируемость грунтов во времени при разгрузке

Из этих данных следует, что графики $S_e - f(\sigma_c, t)$ имеют нелинейный характер как для условно-мгновенных и стабилизированных, так и развивающихся во времени деформаций. Одна из основных причин, обуславливающих указанную нелинейность, состоит в изменчивости вовлекаемого в деформирование при разгрузке слоя грунта и связана с трещиноватостью основания. Следует отметить, что при испытании монолитных, т.е. хорошо сохранных образцов грунта, нелинейности изохронных графиков $S_e = f(\sigma_c, t)$, как правило, не наблюдается. Таким образом, степень нелинейности диаграмм $S_g = f(\sigma_c, t)$ может служить косвенным показателем нарушенности строения исследованных типов грунтов.

Установленные выше закономерности ползучести исследованных грунтов могут быть распространены и на повторные нагружения поверхности основания. Характерные кривые ползучести грунтов и зависимости $S = f(\sigma_c, t)$ для второго цикла нагружения приведены на рис.6. Их анализ показывает, что общие закономерности ползучести грунтов сохраняются, но интенсивность их снижается.

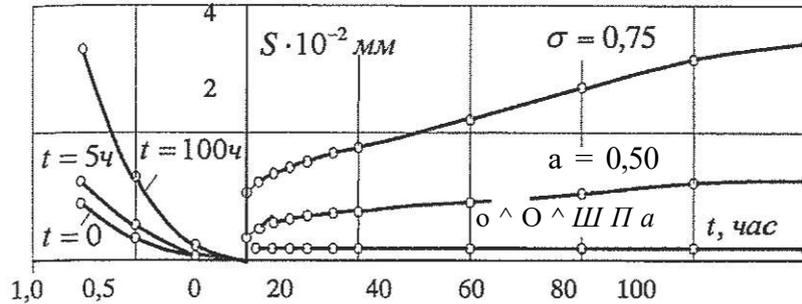


Рис. 6. Кривые ползучести и изохронные зависимости $S = f(\sigma, t)$ во втором цикле нагружения мергеля

Деформируемость исследованных грунтов в первом цикле больше, чем во втором (рис.7). Получаемое в опытах различие в деформируемости в первом и втором циклах нагружения обусловлено, на наш взгляд, общим уплотнением массива (смыканием микротрещин, трещин и т.п.), а также увеличением деформируемой зоны основания во втором цикле нагружения. С увеличением числа циклов нагрузка-разгрузка, как показали результаты исследований, изменения деформируемости грунтов становятся уже не столь существенными.

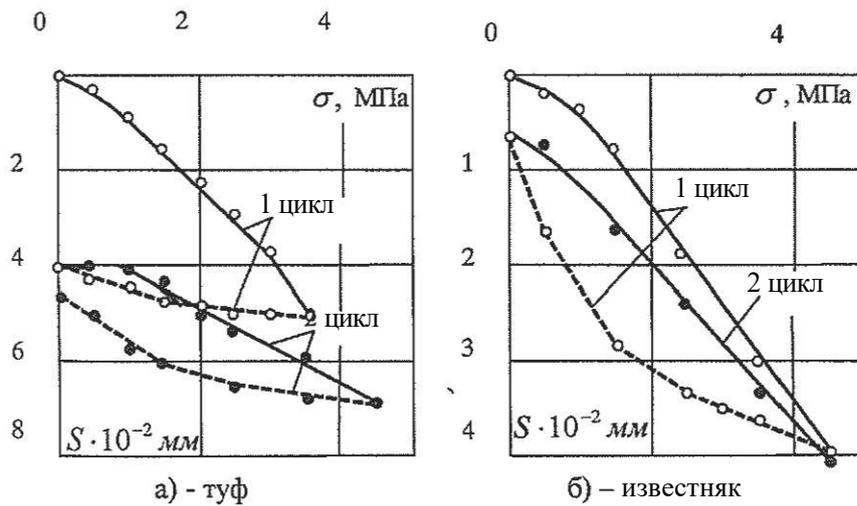


Рис.7. Графики зависимостей $S = f(\sigma)$ при повторной нагрузке

Как следует из графиков, представленных на рис.7, доля остаточных деформаций в общей осадке массива достаточно велика и составляет 75-80% для туфа, 25-30% для известняка и 90-95% для мергеля. С увеличением количества

циклов нагружения - разгрузка остаточные деформации уменьшаются.

ОБРАБОТКА И ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для определения параметров ползучести грунтов в различных циклах нагрузки зависимость осадки поверхности основания $S(r,t)$ от нормальной нагрузки $a - const$ представим в виде

$$S(r,t) = E_0^{-1} \int_0^t K(t-r) dr \quad (1)$$

где E_0 - условно-мгновенный модуль общей деформации грунта; ν_0 - условно-мгновенный коэффициент поперечной деформации; γ_0 - безразмерный табличный коэффициент, определяемый по решению [7]; $K(t - m)$ - ядро ползучести.

Ядро ползучести в уравнении (1) принимается в виде

$$[\gamma + (1-\gamma)\theta]^2 \quad (2)$$

где γ, θ, T - параметры ползучести грунта.

Данный тип ядра ползучести был предложен В.Л. Кубецким. В работе [6] дано обоснование применимости этого ядра к описанию деформируемости полускальных грунтов во времени при различных напряженных состояниях.

С учетом (2) зависимость (1) представляется в виде

$$S(r,t) = S(r,0) + E_0^{-1} \int_0^t \frac{1}{1 + \theta \tau} d\tau \quad (3)$$

где $S(r,0)$ - условно-мгновенное перемещение поверхности основания.

Основные элементы методики определения параметров ползучести грунта, с использованием уравнения (3) приведены на рис. 8.

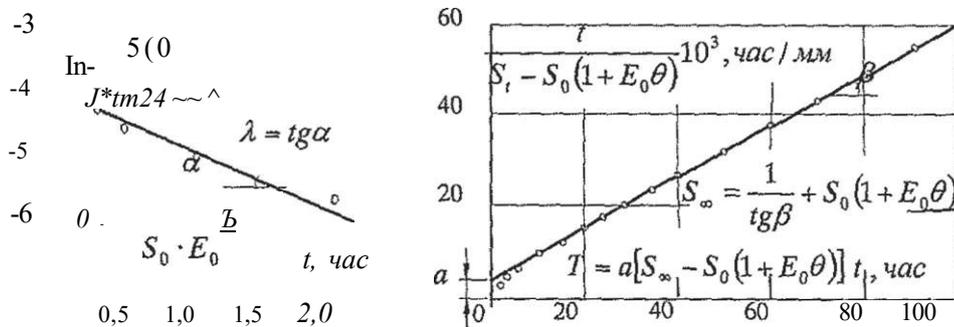


Рис.8. Определение параметров ползучести

Вычисление параметров Θ, Γ, E_M производилось по разработанной программе на ПЭВМ [8]. Результаты их определений приведены в таблице 2.

По результатам опытов с приложением крутящего момента M устанавливались характеристики ползучести грунтов при сдвиге кручением. По начальным участкам горизонтальных перемещений штампа-целика $S(r, t) = f(M)$ определялись значения модуля сдвига грунта G_t для различных моментов времени

$$G_t = G_0 [1 + fL(t-T)]^{-1} \quad (4)$$

где G_0 - условно-мгновенный модуль сдвига; $L(t - m)$ - ядро ползучести при сдвиге, подобное (2) для затухающей деформации сдвига. Методика определения параметров ползучести аналогична изложенной выше и представлена в [7, с. 35]. Величина коэффициентов относительной поперечной деформации грунтов определялась по зависимости (5). Результаты вычислений приведены в таблице 2.

$$\nu_c \ll 1 \sim S(r, 0) \cdot \Theta / \Gamma_2 - \text{Й} \cdot \Theta_c - \text{СГ}. \quad (5)$$

Таблица 2

Параметры ползучести исследованных грунтов

| Параметры ползучести | Тип грунта | | |
|---|-------------|-----------|-----------|
| | Мергель | Известняк | Туф |
| Первый цикл нагружения | | | |
| Интервал $A < T$, МПа | 0,25 - 1,25 | 0 - 1,5 | 2,0 - 4,5 |
| E_0 , МПа | 857 | 5834 | 5943 |
| $E_{\text{к}} / \text{ШЛ}$ | 221 | 3294 | 3191 |
| Θ , $\cdot \text{СГ}^5$, МПа ¹ | 57,0 | 4,9 | 7,4 |
| $K \cdot \text{с}^{\wedge 5}$ | 21,7 | 62,4 | 24,2 |
| T_a , сут | 3,17 | 0,46 | 0,32 |
| | - | 0,27 | 0,20 |
| ν_x | 0,28 | 0,38 | 0,26 |
| Второй цикл нагружения | | | |
| Интервал $A < T$, МПа | 0,25-0,75 | 1,5-3,5 | 2,0-4,5 |
| E_0 , МПа | 2382 | 6617 | 6218 |
| $\epsilon_{\text{с}}$, МПа | 443 | 5192 | 4323 |
| $\Theta_a \cdot \text{ДО}^5$, МПа ¹ | 4,0 | 2,7 | 2,4 |
| $K \cdot \text{с} \cdot \text{УГ}^1$ | 62,4 | 84,0 | 73,2 |
| t_c , сут | 3,80 | 0,10 | 0,45 |

Из таблицы 2 следует, что многократное приложение внешней нагрузки приводит к уплотнению полускальных грунтов и изменению их параметров ползучести. С увеличением количества циклов нагрузка-разгрузка деформации ползучести, а также остаточные деформации уменьшаются. Наблюдаемые в опытах при втором цикле нагружения отличия поведения грунтов от модели упругой или упруго-вязкой среды обусловлены, по-нашему мнению, трещиноватостью грунтов, их уплотнением и изменением объема деформируемой зоны в условиях краевой задачи. Различия в механическом поведении грунтов в последующих циклах нагружения уже не существенны и могут быть описаны моделью упругой или упруго-вязкой среды. Следует отметить, что закономерное изменение мощности сжимаемой зоны в различных циклах нагружения часто отмечается и при натуральных испытаниях трещиноватых массивов грунтов в условиях их естественного залегания [9]. Следовательно, представленные методика и результаты исследований могут быть использованы при проектировании подземных и заглубленных сооружений в условиях изменяющихся при эксплуатации величинах нагрузок.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 30416 - 96. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. -М.-.МНТКС, 1996. - 18с.
2. Ержанов Ж.С., Айтиалиев Ш.М., Масанов Ж.К. Устойчивость горизонтальных выработок в наклонно-слоистом массиве.-Алма-Ата: Наука, 1971. -160 с.
3. Основы расчета прочности подземных сооружений в трещиноватых скальных породах / Ержанов Ж.С. и др. - Алма-Ата: Наука, 1978. - 91 с.
4. Цытович Н.А., Тер-Мартirosян З.Г. Основы прикладной геомеханики в строительстве. - М.: Высшая школа, 1981. - 317 с.
5. Кубецкий В.Л. Определение механических свойств трещиноватых полускальных и скальных пород для целей подземного строительства // Гидротехническое строительство. 1981. № 4. С. 27-31.
6. Kubetsky V.L., Kozionov VA Investigating rheological properties of fissured semirocks , -Proceedings of the international symposium weakrock.-Tokyo: 1981,p. 111-118.
7. Рекомендации по определению характеристик реологических свойств скальных и полускальных грунтов методом кольцевого нагружения. - Л.: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1990. - 112 с.
8. Козионов В.А. Методы лабораторных испытаний грунтов. Павлодар: НИЦ ПТУ им. С. Торайгырова, 2004. - 97 с.
9. Фам Ван Нунг. Методика расчета напряженно-деформированного состояния конструкции напорных туннелей с учетом анизотропии и ползучести горных пород: Автореферат дисс. канд. техн. наук. - М: МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1983. - 20 с.

УДК 666.952.01

СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СВЕТЕ

М.К Кудерин

*Павлодарский государственный университет**им. С. Торайгырова*

Аталган мақалада қазіргі тұрғын үй саясатында жаңа цурылыс материалдарының пайдн болу мәселгсі қарастырылады.

В данной статье рассматриваются проблемы появления новых строительных материалов в свете новой жилищной политики.

The authors conduct the cause analysis of a two-storied building breakdown that happened at the closing stage of construction.

В Послании народу Казахстана Глава государства Н.А.Назарбаев заявил о начале реализации новой политики в жилищном строительстве с 2005 г., суть которой заключается в обеспечении доступности жилья для широких слоев населения через удешевление стоимости строительства. Жилищная проблема является сегодня одной из ключевых в плане как политического решения острой социальной проблемы, так и в плане достижения мультипликационного эффекта- роста экономики страны, ее регионов. Государственная программа развития жилищного строительства в РК - это очередной крупный шаг в реализации Стратегии развития «Казахстан -2030».

Как известно, в стоимости жилья превалирующую долю занимает стоимость строительных материалов. Однако сегодняшняя стройиндустрия Казахстана не обеспечивает потребности строительства в строительных материалах и конструкциях. Сложившейся ситуацией эффективно воспользовались зарубежные фирмы и компании, занявшие пустующие ниши на строительном рынке республики. До настоящего времени отмечается активный импорт строительных материалов, работ и услуг. В связи с реализацией новой жилищной политики в стране начался рост объемов производства основных видов строительных материалов, изделий и конструкции. По ряду позиций материальной базы строительного комплекса

наметился рост, свидетельствующий о том, что предприятия отрасли начинают адаптироваться к условиям рынка. Однако импорт строительных материалов, обусловленный увеличением объемов строительства, сдерживает развитие отечественного производства. Кроме того, производимая на сегодняшний день продукция промышленности строительных материалов, за исключением некоторых видов, не в полной мере удовлетворяет потребностям строительной отрасли по объему, номенклатуре и качеству. Как правило на предприятиях, выпускающих традиционные материалы, производственные технологические линии устарели, а ограниченность оборотных средств у предприятий и отсутствие льготных долгосрочных кредитов на освоение высоких технологии в производстве строительных материалов, изделий и конструкций сдерживают развитие и модернизацию мощностей строительного комплекса. Следует отметить также, что основные производственные мощности промышленности строительных материалов по регионам республики расположены неравномерно. Диспропорция в территориальном размещении предприятий в условиях высоких тарифов на перевозку вызывает большие финансовые расходы по доставке продукции и сырья. Удельный вес транспортных расходов в цене реализации по поставке на значительные расстояния достигает 55-65%, что вызывает значительную дифференциацию цен на строительные материалы по областям республики.

Одной из эффективных мер выхода из экономического кризиса является развитие и привлечение научно-технических достижений, эффективных технологий новых строительных материалов в промышленное производство. Развитие промышленности строительных материалов должно учитывать тенденции изменения структуры строительства в использовании строительных материалов, изделий и конструкций, включать оптимизацию имеющихся мощностей стройиндустрии и создание новых предприятий по выпуску современных конкурентоспособных строительных материалов при максимальном использовании преимущественно местного казахстанского сырья, кооперацию и интеграцию со странами СНГ в области научно-технического и информационного обеспечения отрасли, предусматривать создание совместных предприятий с зарубежными фирмами. При этом необходимо:

- осуществить мероприятия по обновлению основных фондов с переходом на более высокий уровень технической оснащенности отечественного производства строительных материалов и стройиндустрии;
- организовать выпуск высококачественных строительных материалов и конструкций, способных конкурировать с импортной продукцией и позволяющих повысить уровень экономической безопасности страны;
- создать равные условия для конкуренции всех субъектов хозяйственной деятельности в данной отрасли.

Целесообразно создание подотраслевых организаций, ассоциаций, научно-технологических парков, союзов производителей продукции и тому подобных структур для объединения технического, интеллектуального и организационного потенциала родственных предприятий и потребителей их продукции в целях ускорения темпов технического перевооружения и решения наиболее острых производственных вопросов.

В настоящее время и в Павлодар - Экибастузском регионе ощущается острый дефицит эффективных, а главное - доступных по стоимости, строительных материалов, изделий и конструкций. Нередко, количество ограждающих и несущих ж/б конструкций, используемых в строительстве это конструкции бывшие в употреблении. Серьезная нехватка ощущается практически по всей номенклатуре бетонных изделий и элементов. Имеющаяся сегодня продукция от очень немногочисленных местных производителей зачастую не отвечает по качеству требованиям соответствующих стандартов и характеризуются высокой стоимостью. Очень плохо обстоят дела с отделочными строительными материалами и изделиями. Рынок заполнен дорогостоящей импортной продукцией, производство которой можно наладить в городе. Для этого имеются все предпосылки: запасы сырьевых материалов, огромный рынок рабочей силы, высокий спрос на подобного рода продукцию, сдерживаемый лишь непомерными ценами.

Таким образом, очевидна насущная необходимость реанимации местных производств по выпуску стройматериалов, изделий и конструкций, хотя бы наиболее востребованных потребителем номенклатуры. В ПГУ активизирована работа по созданию научно-технологического парка (НТП), основной целью которого - организация университетских субъектов инновационной деятельности, обеспечивающих эффективную реализацию процесса использования результатов научных исследований и разработок, направленных на внедрение в производство передовых достижений научно-технического потенциала вуза. В целях индустриально-инновационного развития области всеми подразделениями университета активизированы работы по выполнению ряда республиканских и областных программ, а именно «Программы индустриально-инновационного развития Павлодарской области на 2004 - 2006 годы», «Плана мероприятий по реализации Послания Главы государства Ученые АСИ ПГУ им. С Торайгырова готовы работать по этой программе, владея новыми прогрессивными технологиями производства современных эффективных строительных и отделочных материалов и конструкции, по качеству соответствующих мировым стандартам и характеризующихся низкой себестоимостью. Ведущие сотрудники института являются ответственными исполнителями: научно-исследовательской

работы «Разработать наукоемкую технологию керамического гранита и выдать исходные данные для создания производства отечественной экспортноориентированной продукции». Работа выполняется по заказу МО и науки РК по Программе «Научно-техническое обеспечение инновационных производств» на 2003-2005 годы, научно-исследовательской работы «Разработка и внедрение в производство ресурсосберегающей технологии новых керамических материалов на основе отходов теплоэнергетики». Создание научного технологического парка в ПТУ и при нем инновационно-технологического центра « Новые технологии производства и сертификация строительных материалов, изделий и конструкций» позволит одновременно решить несколько задач:

- организовать сертификацию всей номенклатуры выпускаемой в регионе и импортируемой строительной продукции. При этом был бы поставлен заслон торговле несертифицированным товаром (в том числе, неконтролируемой и нелегализованной), Обеспечено гарантированное качество предлагаемых для реализации стройматериалов и конструкций.

- обеспечить разработку низкоэнергоемких технологий производства широкой номенклатуры высококачественных конструкционных и отделочных строительных материалов изделий и элементов, стоимостью многократно ниже стоимости аналогичной продукции, представленной сегодня на рынке, в том числе, с использованием многотоннажных техногенных отходов и побочных продуктов промышленности Павлодар-Экибастузского региона.

- в единственном числе обеспечить функции заводских лабораторий большинства предприятий -производителей строительных материалов и конструкций (исключается необходимость иметь на каждом предприятии собственную лабораторию)

- организовать производство импортозамещающей строительной продукции

- иметь в регионе гибкую универсальную научно-производственную структуру, имеющую возможность заниматься и экспертными работами, и выпускать продукцию высокой наукоемкости с высокой добавочной стоимостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Донцов С.С. Рациональная организация производства и менеджмент в современном строительстве. Павлодар 2004, с. 146. 148..

jj УДК 69.059.22:624.15

АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СТРОЯЩЕГОСЯ ЗДАНИЯ

И.К. Кудерин, В.А. Козионов

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Д.К. f устафин

*Управление архитектурно-строительного контроля,
инспектирования и лицензирования по Павлодарской области*

Құрылыс аяқталу кезеңінде орын алған екі қабатты ғимарат бөлігінің сынумәселесінің талдауы орындалып жатыр. Апаттың ең сенімді мәселесі ғимараттың подвалды бөлімінің техногенді сумен батқанымен және негіздік топырағы мінезінің ауысуымен кәрінген.

Проводится анализ причин обрушения части двухэтажного здания, происшедшего на завершающем этапе его строительства. Показано, что наиболее вероятной причиной аварии является подтопление подвальной части здания техногенными водами и изменение характеристик грунтов основания.

The authors conduct the cause analysis of a two-storied building breakdown that happened at the closing stage of construction. It is shown that the most likely cause of the breakdown is the impoundment of the basement part of the building by man-caused waters and the change of foundation soils properties.

Современное строительство зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки имеет ряд характерных особенностей, связанных с необходимостью учета взаимодействий возводимого объекта с окружающей средой. Поэтому в ряде региональных нормативных документов широко используется технология геотехнического мониторинга [1]. Основная цель геотехнического мониторинга состоит в обеспечении надежности возводимого здания, сохранности окружающей застройки и инженерных коммуникаций. В сферу мониторинга кроме строительной площадки, включаются геологическая и гидрогеологическая среды, капитальная застройка и ответственные коммуникации, находящиеся в зоне риска, связанного со строительством. Отсутствие мониторинга, в осо-

бенности для сложных геотехнических условий, может привести к возникновению экстремальных ситуаций, спектр последствий которых весьма широк: от нарушения технологии строительства объекта до аварийных обрушений зданий или окружающей застройки.

Подобная ситуация возникла при строительстве магазина с кафе в г. Павлодаре. В августе 2004 г. произошло внезапное обрушение одного из торцов строившегося магазина с кафе.

Объект аварии представляет собой отдельно стоящее двухэтажное здание с подвалом и чердаком. Размеры в осях 24.0 x 12.0 м. Высота первого и второго этажей - 3,30 м, высота подвала -2.70 м, чердака - 2.60 - 3.0 м. План площадки и общий вид характера обрушения здания приведен на рис. 1.

Основными конструктивными элементами здания являются:

- фундаменты из сборных железобетонных и бетонных блоков;
- стены из силикатного кирпича М-75 на растворе М-50;
- перекрытия из сборных железобетонных многопустотных плит.

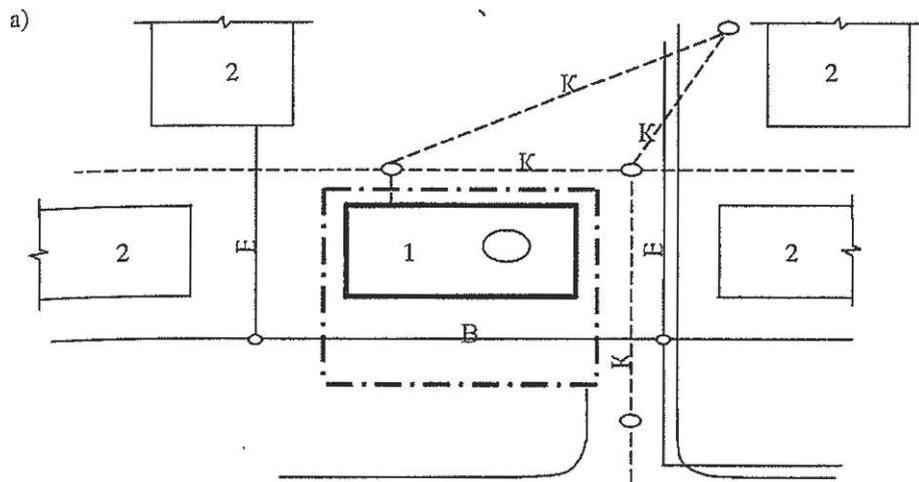
Обрушение произошло в осях «4-5» практически на всю высоту здания с повреждением стен, перемычек и плит перекрытия. Обрушились следующие конструктивные элементы здания:

- наружные и внутренние стены по оси «5» на всю высоту здания;
- по осям «А-Б-В» по всей высоте протяженностью по каждой оси 2,20-2.30 м, начиная от оси «5»;
- плиты перекрытия в количестве 16 штук.

Обрушение стены возводимого объекта послужило причиной разрушения четырех балконов соседнего дома. Жертв нет.

Для оценки причин возникновения аварийных деформаций здания комиссией были выполнены следующие мероприятия.

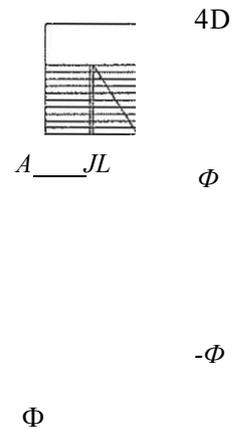
1. Проведено обследование сохранившейся после аварии части объекта.
2. Проведен анализ прочности бетона фундаментных конструкций в осях «4-5» по рядам «Б-В» на отметках - 0.45, -1.05, - 1.65 неразрушающим методом пластической деформации в соответствии с ГОСТ 22690-87.
3. Выполнены испытания грунтов основания на предмет подтверждения их качества: определения влажности, плотности, числа пластичности и гранулометрического состава.
4. Осуществлена инструментальная съемка деформаций основания и фундаментов.



б)



в)



- а - фрагмент генерального плана участка;
- б - общий вид обрушившейся части здания;
- в - фрагмент плана обрушившейся части здания;
- 1 - аварийное здание;
- 2 - окружающая жилая застройка;
- В - водопровод;
- К - канализация

Рис. 1 - Аварийная ситуация здания

Обследованием сохранившейся части здания установлено:

- в перекрытии над подвалом имеются трещины в осях «А-Б» и «1-3»;
- наличие трещин в стенах подвала по оси «А» между осями «1-3» плюс 6 м;
- стена по оси «А» на первом этаже имеет трещины с шириной до 10 мм.

Обследованием также установлены существенные дефекты устройства лестничных площадок, перемычек над проемами, отсутствие в ряде мест перевязки кладки и анкерных связей плит перекрытия. Наряду с этими отмечаются и другие недостатки в выполненных работах по строительству здания.

В результате испытаний элементов здания установлено, что прочность бетона фундаментных блоков по данным контрольных испытаний превышает требуемую в 1.1...2,0 раза.

Ориентация испытаний грунтов на предмет подтверждения их качества была обусловлена отсутствием данных инженерно-геологических изысканий площадки строительства объекта. Выполнены стандартные определения показателей физических характеристик грунтов. В результате установлено, что основание здания сложено пылеватыми песками, что отличается от широко распространенных на территории города супесей.

По данным обследования отмечается факт подтопления до аварии подвальной части здания с замачиванием грунтов основания. Следы подтопления в виде иловых и песчаных наносов установлены по всей площади подвала. По данным инструментальной съемки зафиксированы просадки оснований и фундаментов. Максимальные значения указанных деформаций отмечаются на пересечении осей «В» - «5», где их величина достигает 100... 110 мм. Важным, на наш взгляд, является факт увлажнения пылеватых грунтов техногенными водами, возможно, с некоторым давлением. Это создает условия для разжижения пылеватых песков, перехода их в плывунное состояние, суффозионного выноса частиц и потери вследствие этого устойчивости фундаментов.

Следует отметить, что процесс подтопления, по современным представлениям [2], отличается недостаточной изученностью, скрытым характером формирования, различной природой и синергетическим взаимодействием различных по природе опасных природно-техногенных процессов.

Представленный анализ показывает, что наиболее вероятной причиной возникновения аварийных деформаций здания является затопление подвала здания из дворовых водоотводящих систем через канализационную трубу выпуска здания и возникновению вследствие этого суффозионных и проса-

дочных деформаций грунтов основания. Возможность их возникновения могла быть обусловлена сохранившейся водоотводящей системой фонтана, существовавшего ранее на месте здания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Улицкий В.М., Шашкин А.Г. Геотехническое сопровождение реконструкции городов. - М.: Издательство АСВ, 1999. - 327 с.
2. Казакова И.Г., Слинко О.В. Опасность и характер негативных последствий при подтоплении городов // Геоэкология. - 1997. - № 5. - С.49 - 59.

УДК 621.436.03

ШШ

ІЦ

НАСОСА БТНЭХЮТ ПРИ РАБОТЕ С

Ш
НІ

Ю.П. Макушев, В.В. Ковалевский

*Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия
(СИБАДИ)*

*Бұл мақалада БШ9х10Т типті жоғары қысымды сорғыші цилиндр сериясының
конструктивтік және режими параметрлерінің жұмыс істеуіндегі өзгерістерін
сипаттаушысында мүмкіндік зерттеу және жоғары циклді өнеріс
ШШ кезіндегі отын жұмыс процесі қарқындылығына ықпалы зерттеулері.*

В работе рассмотрено влияние конструктивных и регулировочных параметров привода плунжера насоса высокого давления типа БТШЮТ на интенсивность процесса впрыска топлива при повышенных цикловых подачах и допустимых нагрузках в паре кулачок-ролик и направляющей толкателя.

The article is adduced information about methods of making of equipments for making of side-walk tile. On the basis of survey information the article is adduced analysis of perspectives of using of different methods of pressing and propose variant of rise of quality of production by means of using of impulse moulding.

1. Задачи исследования

Наиболее эффективным путем форсирование современных дизелей по мощности без существенного изменения его габаритов и массы, при сохранении уровня инерционных нагрузок, при данной тактности двигателя, осуществляется путем повышения плотности заряда. Это достигается применением газотурбинного наддува и при одновременном повышении цикловой подачи топлива.

Подача топлива за цикл (q_u) зависит от удельного расхода топлива (c_u), эффективной мощности двигателя (N_e), числа цилиндров (i), частоты вращения вала насоса (n), плотности топлива (ρ) и определяется выражением

Литровая мощность автомобильных и тракторных дизелей с наддувом превысила 20 кВт, а подана топлива за цикл - 140 мм³.

Ш За счет применения газотурбинного наддува, например, эффективная мощность двигателей КамАЗ - 740.50-360 повышена до 265 кВт, при цикловой подаче 150 мм³ и частоте вращения вала насоса 1100 мин⁻¹. Увеличение подачи топлива в 2 раза привело к повышению нагруженности привода насоса высокого давления.

В топливных насосах высокого давления широкое применение получили кулачки с тангенциальным профилем. Данный профиль образован двумя окружностями, соединенными касательными. Плавный переход ролика с касательной на окружность осуществляется за счет радиуса скругления. От величины радиуса скругления зависят контактные напряжения в паре кулачок-ролик, которые определяются по формуле Герца

$$\sigma_x = 0,418 \sqrt{\frac{F \cdot E}{b \cdot R_3}},$$

§ где F - сила, действующая в сопряжении кулачок-ролик;

E - модуль упругости (зависит от материала);

¶ b - ширина ролика;

R₃ - радиус скругления профиля кулачка.

§ Для обеспечения высокой экономичности и минимальной токсичности отработавших газов топливная аппаратура должна обеспечивать впрыск топлива под высоким давлением (60-80 МПа) и минимальной продолжительностью (8-10 градусов поворота вала насоса). При этом нагрузка на детали насоса и форсунок должна лежать в пределах, обеспечивающих их надежность и долговечность (не менее 10 тыс. ч.).

Ц При интенсификации процесса впрыска нагрузка на привод насоса резко возрастает, что ускоряет износ пары «кулачок-ролик» и направляющей толкателя.

Ш Целью данной работы является расчетное определение нагруженности привода насоса высокого давления при работе с повышенными цикловыми подачами топлива. Расчетные исследования выполнялись по методике [1], которая позволила оценить влияние радиуса скругления профиля кулачка (R_j) и момента геометрического конца нагнетания (ГКН) от пика скорости (DhJ на интенсивность впрыскивания и нагруженность привода.

Ц- Задачей исследования было получение различной интенсификации процесса впрыска топлива при допустимых нагрузках в приводе насоса высокого давления.

2. Влияние параметров привода насоса на его нагруженность и интенсивность впрыска

Расчеты выполнялись для топливной системы (ТС) с насосом высокого давления 6ТН9хЮТ и форсункой 6А1 (Адтайдизель).

Основные параметры ТС: диаметр и ход плунжера - 9010 мм; цикловая подача - 145 мм^3 ; частота вращения кулачкового валика на номинальном режиме - 16 с^{-1} ; тип профиля кулачка - тангенциальный; радиус начальной окружности кулачка (R_4) - 16 мм; длина и внутренний диаметр топливопровода высокого давления - 900 мм, 2 мм; тип нагнетательного клапана - перьевой; диаметр нагнетательного клапана - 6 мм; разгрузочный объем нагнетательного клапана - 80 мм^3 ; максимальное эффективное проходное сечение распылителя $\sim 0,30 \text{ мм}^2$.

На рисунке 1 показана схема сил, действующих в паре тангенциальный кулачок - цилиндрический ролик. Для серийного кулачка с радиусом скругления R_4 равным 4,8 мм подача топлива заканчивалась за 0,1 - 0,5 мм до пика скорости.

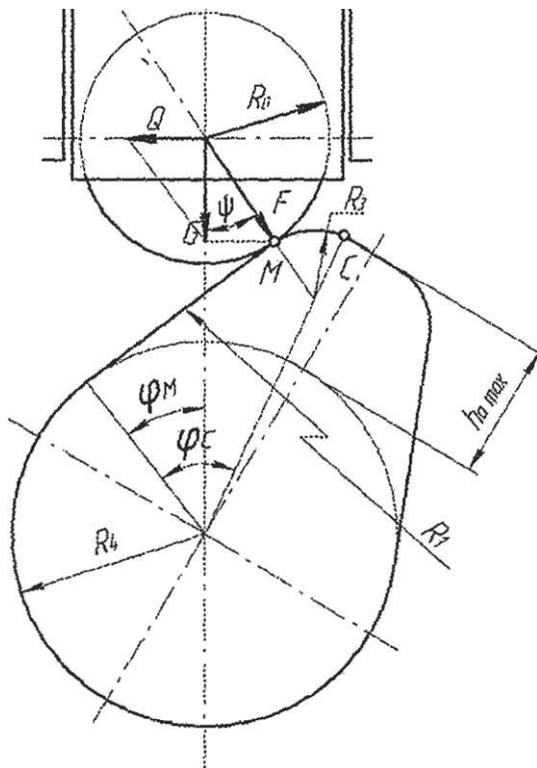


Рисунок 1. Схема сил, действующих в кинематической паре "кулачок-ролик"
 Q - сила, действующая на направляющую толкателя; O - сила, действующая на плунжер;
 F - сила, действующая в сопряжении кулачок-ролик; μ - угол, при котором скорость
 плунжера минимальна; R_0 - радиус ролика толкателя; R_3 - радиус скругления кулачка.

На рисунке 2 показано изменение хода плунжера (h_p) скорости плунжера (v_p) и контактных напряжений (σ_k) в паре «кулачок-ролик» от момента начала подъема плунжера до ВМТ профиля кулачка. Начало впрыска топлива форсунки должно осуществляться за 36 градусов до ВМТ кулачка. С учетом запаздывания впрыска геометрическое начало нагнетания (j_{nm}) начинается примерно за 40 градусов до ВМТ кулачка.

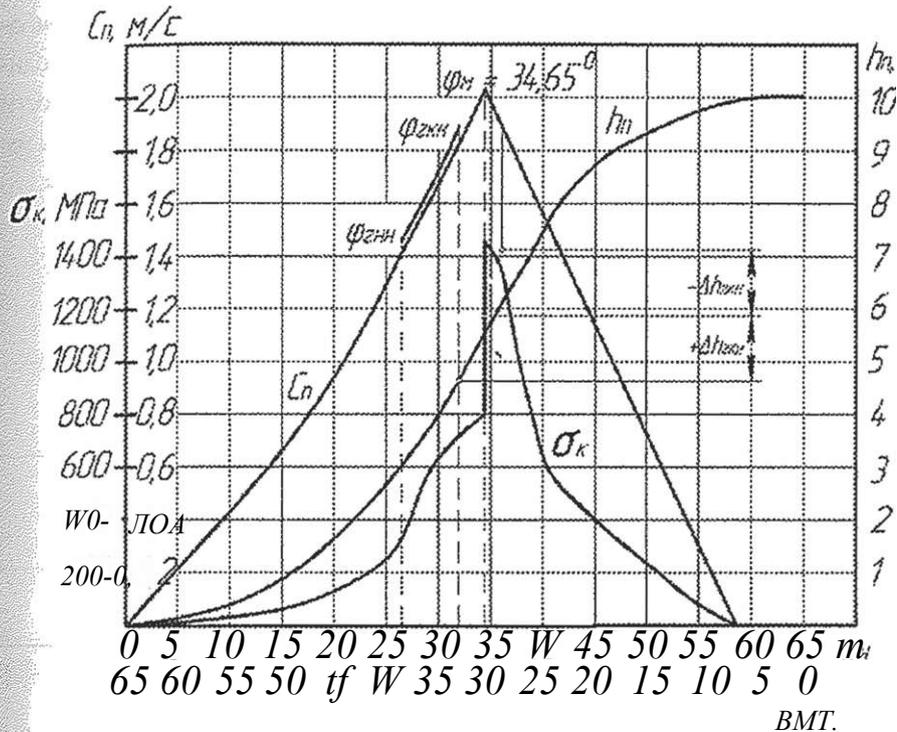


Рисунок 2. Характер изменения перемещения, скорости плунжера и контактных напряжений в паре «кулачок-ролик» от угла поворота вала насоса ($\pi=16$ с-1, $q_p = 145$ мм³): v_p - скорость плунжера; h_p - ход плунжера; σ_k - контактные напряжения в паре кулачок-ролик

Если принять, что при положении плунжера в НМТ его порец находится у нижней кромки выпускного отверстия, то геометрическое начало нагнетания начнется после закрытия отверстия диаметром 3 мм. При ходе плунжера 10 мм рабочий ход плунжера ≈ 7 мм. Для обеспечения интенсивного впрыска топлива скорость плунжера на участке нагнетания должна быть максимальной. Для сфийной регулировки насоса максимальное значение скорости достигает 34,65 градуса от начала подъема плунжера. Ход плунжера при этом будет составлять 5,5 мм от НМТ плунжера. Данное положение плунжера с МШ максимумом скорости принимаем за начало отсчета (нуль). Для оценки влияния геометрии

ческого гонца нагнетания (ГКН) введем параметр Dh^{\wedge} , который характеризует ход плунжера в мм от пика сгорост до ГКН (до мшенга перехода ролика на участок с радиусом R_j). Завершение подачи топлива до пика сирости принимается со знаком «плюс», после со знай»,! «минус». Изменением величин Dh^{\wedge} и R^{\wedge} исследовалось их влияние на интенсивность впрыска ($P_{фгтх} > j_n$) и нагруженность привода ($S_{K_{i_{max}}}, q^{\wedge} J$).

Варьирование величиной R^{\wedge} при одном и том же значении Dh^{\wedge} , позволило сравнивать параметры процесса впрыскивания при равном удалении геометрического конца нагнетания от момента перехода на участок с профилем R , который является наиболее напряженным. Серия расчетов для различных значений величины Dh^{\wedge} проводилась с целью построения зависимостей параметров топливоподачи и нагруженности привода при постоянном радиусе R^{\wedge} . Изменение $Dh_{тг}$ в диапазоне от 2,0 мм до -2,0 мм представляет собой область возможных регулировок топливоподающей системы.

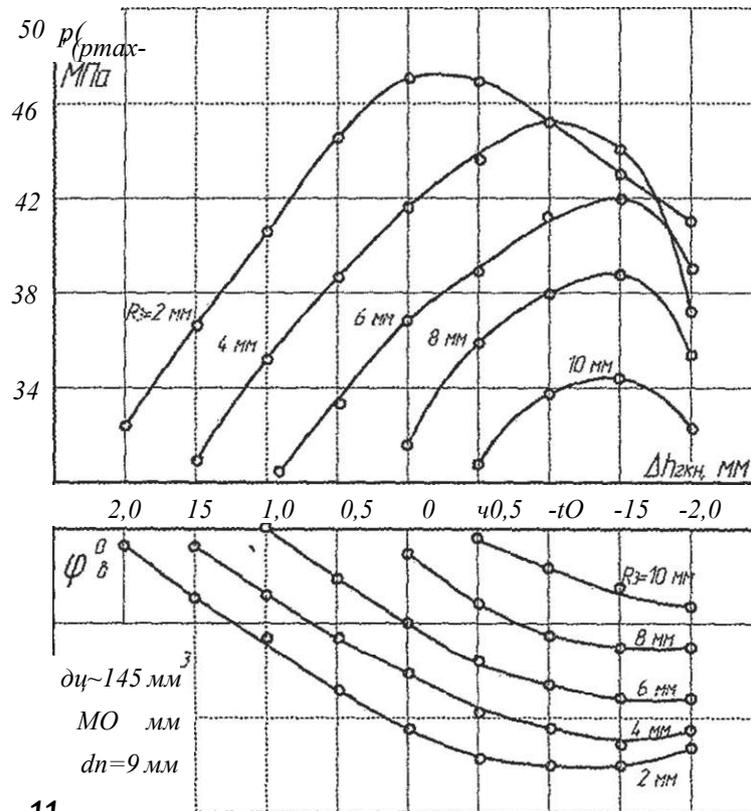


Рисунок 3. Влияние Dh_{mi} R_3 на интенсивность процесса впрыска топлива

На рисунке 3 показано влияние параметров Dh_{mi} и радиуса скругления R_3 на процесс впрыска топлива у форсунки. Если проанализировать работу топливоподающей аппаратуры по этим графикам при серийной комплектации и регули-

ровке ($R = 4,8 \text{ мм}$, $Dh_{гкн} = 0,1 - 0,5 \text{ мм}$) то можно отметить следующее:

- величина максимального давления топлива перед распыливающими отверстиями (P_{max}) находится в пределах 36 - 40 МПа и при продолжительности впрыскивания (u_j равной 12-13 градуса по углу поворота вала насоса;
- уменьшение радиуса R_j приводит к значительному росту давления $F_{\text{тик}}$, что объясняется большими значениями средней скорости плунжера за время активного хода;
- продолжительность впрыскивания снижается по углу поворота вала насоса, по причине возросших давлений перед распыливающими отверстиями;
- f_j - по мере увеличения количества топлива поданного с падающими скоростями (отрицательные значения Dh^{\wedge}) величина $P'_{\text{фюах}}$ начинает снижаться, особенно при малых значениях

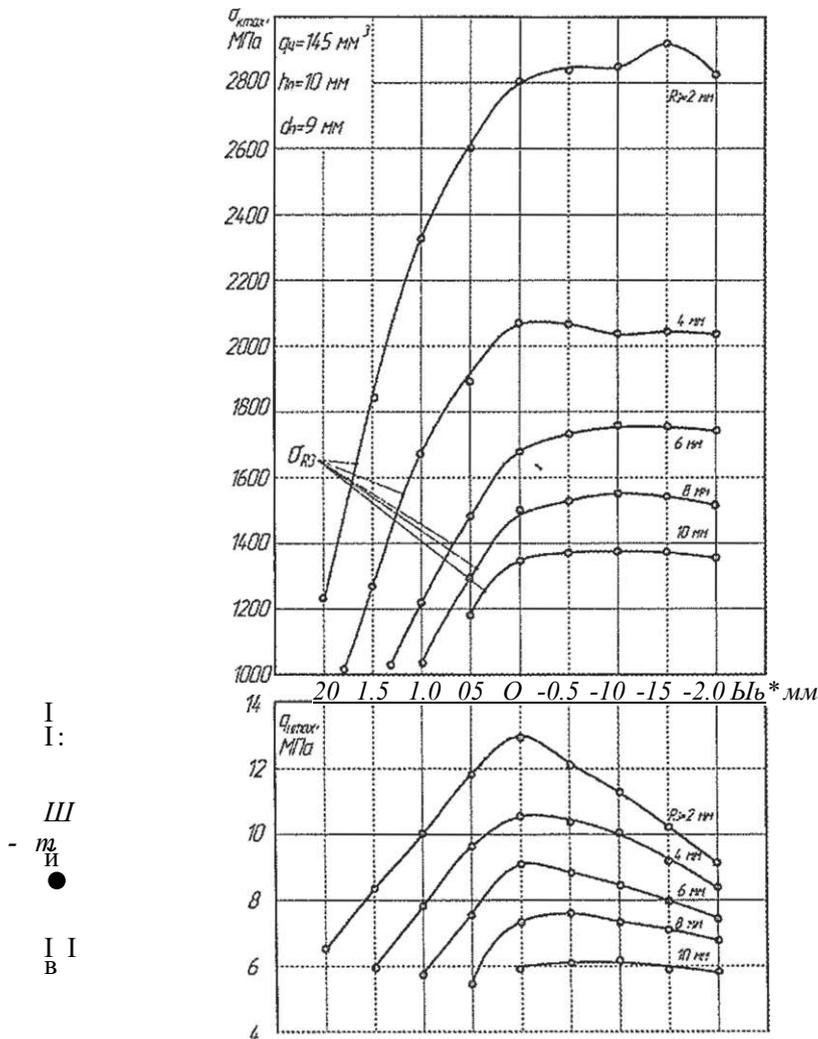


Рисунок 4. Влияние $D_{\text{пай}}$ и i^{\wedge} на наируженность привода насоса высокого давления

ш

На рисунке 4 показано влияние параметра $Dh_{тг}$ и радиуса скругления R^{\wedge} на нагруженность привода. Для серийной комплектации и обеспечения заданной цикловой подачи величина максимальных контактных напряжений в паре «кулачок-ролик» (s) не превышает 1700 - 1800 МПа, а максимальные удельные давления на направляющую толкателя (q_{Hmax}) 8 - 9 МПа.

Из анализа рисунков 3 и 4 следует, что интенсивный впрыск обеспечивается при максимальной скорости нагнетания, которая обеспечивается в зоне пика скорости и малой величины R_3 . Давление $P_{фтах}$ более 46 МПа, а продолжительность впрыскивания j_B менее 12 градусов поворота валика насоса. Но при данных параметрах впрыска топлива значения s_{Kmax} и q_{Hmax} достигают, соответственно, 2800 МПа и 12,5 МПа. Для обеспечения долговечности привода насоса [s] и [q_{Hm}] не должны превышать 2000 - 2200 МПа и 10 - 11 МПа. За начало появления дефекта в приводе насоса принимается разрушение поверхности контакта площадью не менее 6 мм². Для уменьшения s_{xmax} увеличивают длину линии контакта между кулачком и роликом, применяют более прочные материалы. Замена прямых фасок на закругленные снижает контактные напряжения в 1,8 раза [2]. Для равномерного распределения напряжений в паре «кулачок-ролик» рекомендуется бочкообразный плавающий профиль ролика.

ЖС

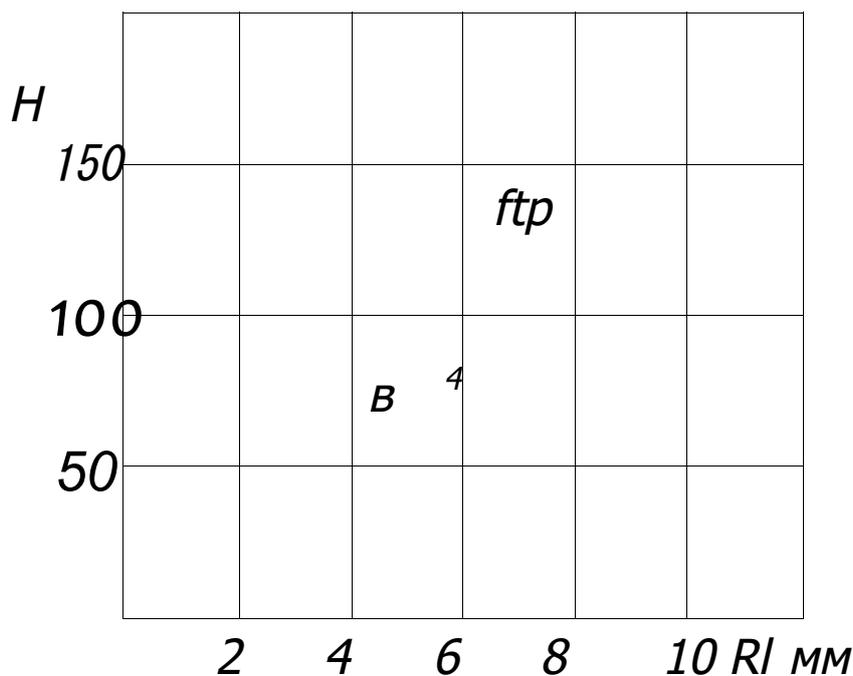


Рисунок 5. Зависимость P и $P_{ф}$ от величины R^{\wedge}

... Для надежной работы привода необходим постоянный контакт в паре «кулачок-ролик». Если силы инерции (P_i) больше силы пружины (P^*), то возникает отрыв ролика от толкателя. На рисунке 5 показана зависимость P_i и P^* от величины R_3 . При R^* менее 3,5 мм начинается отрыв ролика от толкателя. Отрыв ролика исключается установкой пружины с большей жесткостью.

Б На рисунке 6 представлены зависимости величины хода плунжера, соответствующие геометрическому началу нагнетания (h^*), от величины радиуса R_j для различных регулировок Dh_{mi} . Для серийной комплектации и регулировки величина h_{nm} находится в пределах 2,5 - 2,7 мм от начала подъема плунжера, f Характер изменения h_{nm} в зависимости от R^* линейный. Величина h^* определяется при конкретных значениях радиуса R^* и величины Dh^* при условии сохранения заданной продолжительности впрыскивания.

| У исследуемого насоса диаметр впускного окна равен 3 мм. Если принять допустимое перекрытие окна равным 1 мм, то ограничение по допустимой величине подъема плунжера до геометрического начала нагнетания (ограничение по h_{ni}) будет [h_j] 2,0 мм.

Для доводки и совершенствования топливной аппаратуры рекомендуется применение совмещенного графика - [3], который позволял бы выбирать конструктивные и регулировочные параметры привода насоса в зависимости от требуемой интенсификации процесса впрыска топлива и допустимой нагруженности привода.

Б Для построения совмещенного графика вводятся следующие ограничения:

- ограничение по h_{ni} (допускается перекрытие впускного окна кромкой плунжера до 1 мм при наполнении топливом надплунжерного пространства);
- ограничение по расположению геометрического конца нагнетания (Dh_{riai}) на участке профиля с радиусом R^*

§| - ограничение по усилию пружины плунжера (P^*) при максимальной частоте вращения валика насоса на холостом ходу;

- ограничение по максимальным контактным напряжениям в паре «кулачок-ролик» ([s_j] = 2200 МПа).

§ - ограничение по допустимому максимальному давлению на направляющую толкателя - G_a] = 11 МПа.

к На рисунке 7 показан совмещенный график с ограничениями по h_{ni} - Dh_{mi} , R^* , q^* , $s_{отв}$, позволяющий оценить влияние R^* и Dh^* на значение продолжительности впрыска топлива для цикловой подачи 145 мм³. На рисунке показаны зоны серийных и возможных регулировок. Результаты расчетов оформлены в координатах $Dh_{юi}$ и R_3 .

Кривые с кружочками представляют собой линии равных максимальных удельных давлений. Штриховыми нанесены линии равных максимальных контактных напряжений в паре «кулачок-ролик». Кривые с треугольниками - линии одинаковой продолжительности впрыскивания.

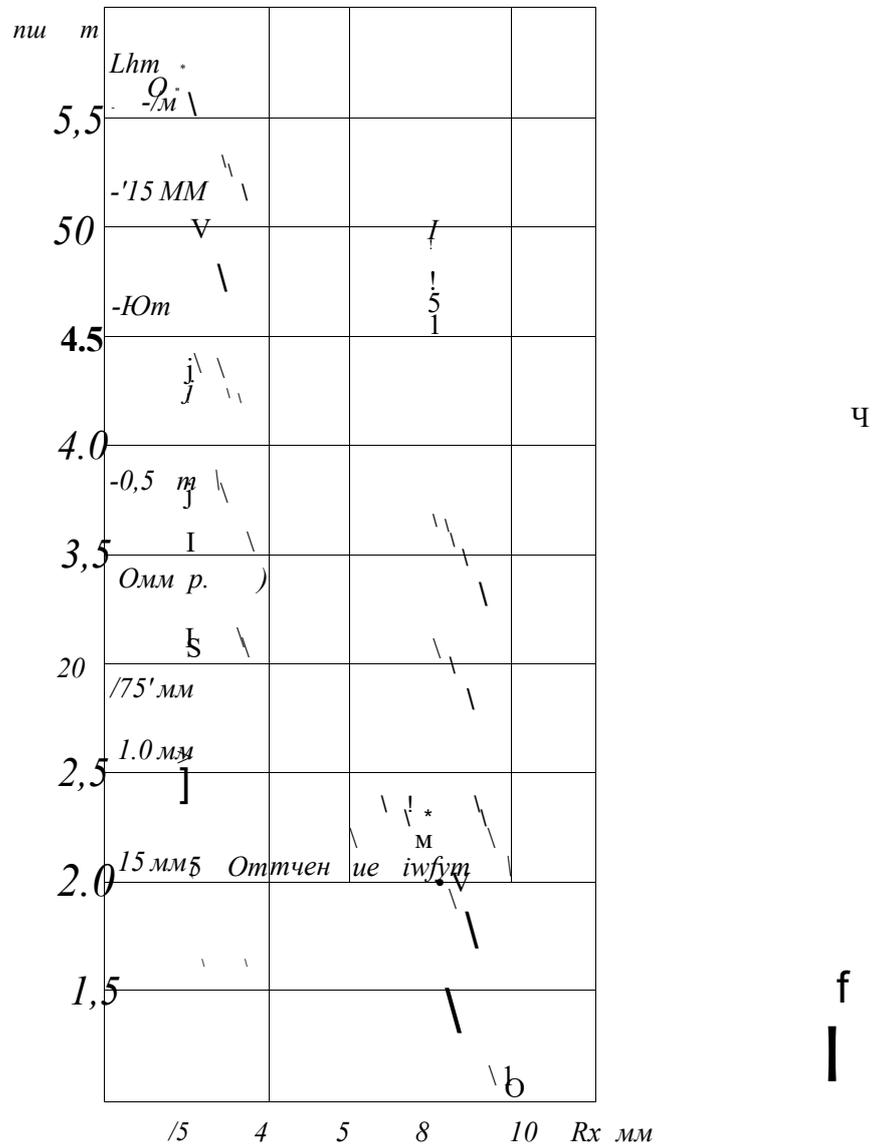


Рисунок 6. Зависимость геометрического начала нагне-ташш от величины радиуса скругления профиля кулачка К

О заштрихованное поле на графике определяет область значений параметров и регулировочных параметров при $n = 950$ об/мин. На графике видно, что при ариной и тга аци на ох ж и га а ^ парой 9×10 мм, к а ч ю м с $R = 4,8$ мм, при регулировке $D^{\wedge} - 0, 1 - 0, 5$ мм выполняется требование шпиковой подачи $q_{ш}^{\wedge}$. С продолжительностью впрыска $1^{\wedge} = 12-13$ градуса поворота вала насоса (зона 1 на рисунке 7). При злом величина шпиковых напряжений в паре «шпик-ролики» и допустимых целевых давлений на направляющую толкателя находятся в приемлемых границах.

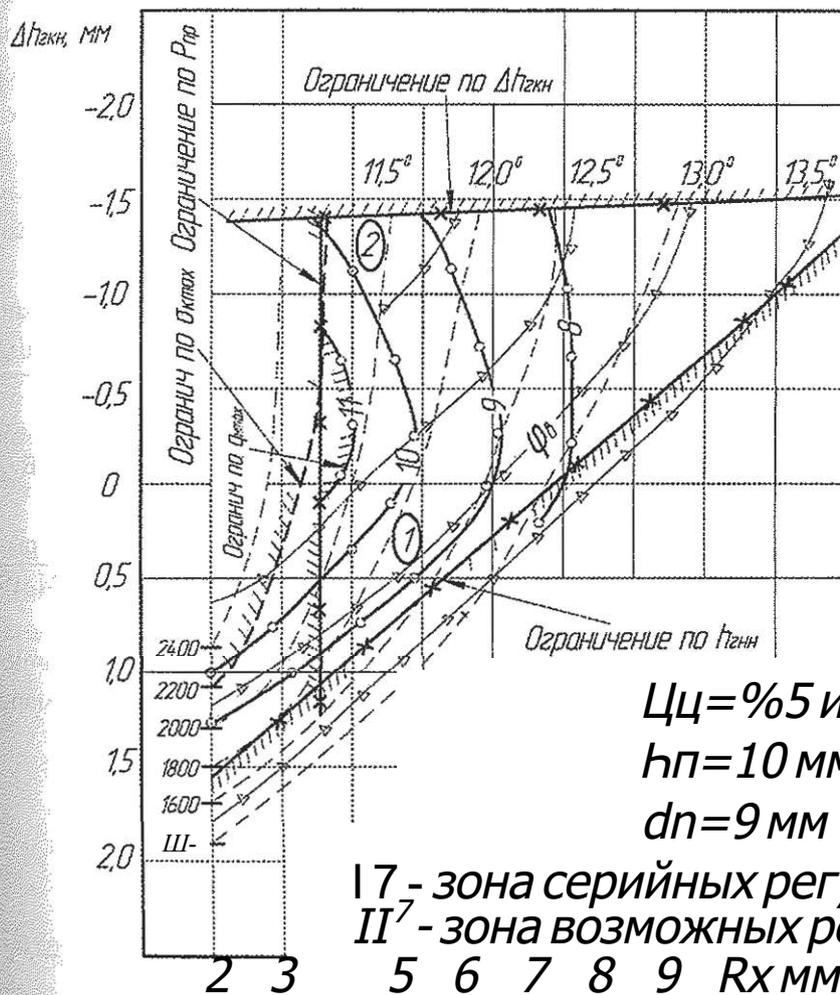


Рисунок 7. Совмещенный график возможных комплектаций привода насоса высокого давления

Из анализа того же графика сделан вывод, что можно скомплектовать насосную секцию с обеспечением продолжительности впрыскивания $\alpha = 11$ — 12 градусов поворота вала насоса при значениях $P' = 43$ - 45 МПа. В этом случае значения u и q_{imax} вполне допустимы (зона 2 на рис. 7), такая интенсификация впрыскивания возможна при $R = 4$ мм и $Dh = -1$ ч $-1,3$ мм.

ВЫВОДЫ

1. Расчеты показали, что для форсированного дизеля требуемую цикловую подачу 145 мм^3 может обеспечить насосная секция с диаметром и ходом плунжера, соответственно, 9 и 10 мм. При этом максимальное давление перед распыливающими отверстиями и продолжительность впрыскивания будут соответственно 36-40 МПа и 12 - 13 градуса поворота валика насоса при допустимых нагрузках на приводе.
2. Для выбора требуемой интенсификации процесса впрыскивания топлива разработан совмещенный график возможных комплектаций привода насоса высокого давления (НВД).
3. Используя совмещенный график можно выбрать требуемую интенсификацию процесса впрыска топлива при допустимых нагрузках в приводе НВД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метод оптимизации параметров плунжера топливного насоса/ И.В. Астахов и др. - М.: Труды МАДИ, 1977. - С. 50 - 56.
2. Развитие и совершенствование конструкций топливной аппаратуры современных автомобильных дизелей/ М.В. Мазинг - М.: НИИАВТОПРОМ, 1981. - 52 с.
3. Отчет о научно-исследовательской работе «Повышение экономичности и надежности топливных систем дизелей семейства АМПО»/ В.А. Комаров - Павлодар.: № гос. рег. 01.830074215, 1983. - 72 с.

, УДК 669.181.4

ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ПРИ Ж ПОЛУЧЕНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ • ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ Щ МЕТАЛЛУРГИИ

яК Г.М. Никитин, А.Г. Калиакпаров

ШШШ Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова,

I Аксуский завод ферросплавов АО «ТНК «Казхром»

Мақалада металлококс өндірісіндегі бай кен ұсақтарын
ШШШ-• металлургиялық урдістерге арналған жаңа тотықсыздайдырғыш реагент
ЩЩ ретінде утилизациялаумен байланысты мәселеіер әңгімеленеді.

ЩЩШ в статье обсуждаются вопросы связанные с утилизацией богатой
ШС рудной мелочи при производстве металлококса как нового
восстановительного реагента для металлургических процессов.

The article is discussed questions of utilization of rich ore small things
ff§£> by the production of metalcoke as new reduction reagent for metallurgical
IIS%.<•• processes.

§Ц По данным комитета геологии и охраны недр Министерства энергетики и минеральных ресурсов РК, объемы техногенного сырья составляют более 8 млрд. тонн отходов горнорудного производства, количество которых продолжает расти

Скопившиеся за многие годы отходы горнометаллургического комплекса Республики Казахстан, на сегодняшний день представляют проблему как для предприятий добывающих и перерабатывающих минеральное сырье, так и для регионов их дислокации. Следует сказать и о топливно-энергетическом комплексе, который также вносит свою «лепту» в эту проблематику. В Казахстане известно более 300 месторождений и проявлений каменных и бурых углей. Из общих Дологических запасов Казахстана, порядка 70% составляют балансовые, прогнозные и кондиционные. В последние годы, огромный интерес представляют месторождения углей ранних стадий углефикации, к примеру такие месторождения как: Майкобе, Шубарколь, Борлы, Алаколь, Кара-Жыра и др.

Особенность современного этапа экономического развития Республики Казахстан, определяет проблему эффективного и рационального использования минерально-сырьевых ресурсов и, в том числе, ископаемого топлива.

Преобладающая часть балансовых и прогнозных запасов углей Казахстана, относится к числу некоксуемых. Для одного из основных потребителей твёрдого топлива черной металлургии, предпочтительны качественные, т.е. коксующиеся угли, запасы которых ограничены.

Бурые угли, как правило, характеризуются низким показателем толщины пластического слоя (y), высокой реакционной способностью, а также высоким содержанием летучих составляющих. В силу указанных факторов, бурые угли мало пригодны для получения традиционного металлургического (доменного) кокса.

При термической обработке (пиролизе) угля, сопровождаемую удалением значительной части летучих веществ заметим, что коксовый остаток твердого топлива, по сути уже не рядовой уголь, а углеродистый материал с определенными свойствами, который->как самостоятельное сырье, возможно использовать как присадку к шихте для того же коксования или же, в качестве альтернативного вида твердого восстановителя.

В связи с разработкой технологии производства углеродсодержащих материалов (рудоутольные окатыши, брикеты и т.д.), и возрастающим интересом к процессам прямого получения металла, необходимы характеристики совместной термической обработки твердого топлива и оксидов металла {углетермическое, углеродотермическое восстановление). Само название процесса указывает на то, что в реакции участвует углерод топлива, через твердофазное взаимодействие с оксидами металла, что и определяет повышенную энергоёмкость процесса.

При сравнительной оценке параметров углетермического восстановления оксидов железа, металлургическим коксом и углем с высоким содержанием летучих компонентов установлена [1,2], высокая реакционная способность угля при относительно низких температурах (до 1050°C).

Летучая часть твердого топлива по данным хроматографического анализа имеет высокий восстановительный потенциал, благодаря присутствию в ней CO, CH₄, C₂H₂, H₂. Причем, CO и H₂ присутствуют в основной период процесса восстановления от 650 до 1050 °C. Следует отметить, что обычно процессы коксования (пиролиза) угля проводят в интервале температур от 20 °C до 1100 °C.

Для определения влияния летучих составляющих на восстановительные процессы, проведены эксперименты совместной термической обработки бурого угля и оксидов железа в смешанном слое. Ниже приведены данные о количестве суммарно объема выделившегося газа в процессе углетермического восстановления оксидов железа углем из навески массой в Юг (табл. 1). Результаты говорят о том, что

удельный объем газа образовывается в интервале 650-1050 °С, при этом зо его неоднократно повышается и понижается (пульсации), что обусловлено летучих и образованием газообразных продуктов реакции восстановления. Какой пульсирующий нестационарный режим, оказывает благоприятное влияние способствует восстановительным процессам [3], при невысоких температурах.

Таблица 1 -Объем (мл) газов в зависимости от температуры

| ЩШЖ | V, мл | | | |
|------|-------|------------------------------|-----------------|-------|
| | CO | CO ₂ ^s | CH ₄ | #2 |
| | 0,3 | 3,2 | 11,3 | . |
| 500 | 0,5 | 5,7 | 17,0 | . |
| | 3,3 | 14,4 | 63,6 | 38,6 |
| 700 | 17,3 | 13,2 | 53,6 | 80,6 |
| у | 162,4 | 32,0 | 13,6 | 148,4 |
| | 139,3 | 18,3 | . | 51,5 |
| Щт | 209,6 | 21,6 | . | 49,8 |
| 950 | 96,2 | 5,6 | . | 32,0 |
| 1000 | 147,3 | 5,0 | . | 19,0 |
| 1050 | 193,4 | 7,0 | . | 9,2 |

С точки зрения адсорбционно-каталитической теории восстановления, оптимизируется главным образом, внешнедиффузионный лимитирующий фактор, которому способствует уголь равномерно распределенный в объеме тонкодисперсного образца, выход летучих из которого обеспечивает беспрепятственный подвод газа, к поверхности реагирования.

Для оценки доли участия летучих компонентов угля в процессе восстановления, использован показатель степени превращения, в данном случае степень восстановления, (R), т.е.

$$m = \frac{A}{\%_{исх}} \text{ а)}$$

откуда доля участия летучих компонентов определялась, как

$$W = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \quad (2)$$

где R_1 и R_2 - соответственно, достигнутые степень восстановления с участием летучих и без них.

С повышением температуры, W в процессе углетермического восстановления оксидов железа снижается, так как, основная их часть уже удалена, а при $t - 950\text{ }^{\circ}\text{C}$ интенсивно развиваются процессы газификации углерода топлива.

Изложенное выше свидетельствует о том, что летучие компоненты бурого угля способствуют протеканию углетермического восстановления железа, значительно ускоряя взаимодействие оксидов с восстановителем (комбинированное восстановление). Средняя доля участия летучих в процессе углетермического восстановления составила 0,62, а достигнутые степень восстановления углем и коксом соответственно 93 и 35 %. Следовательно, при температуре $1050\text{ }^{\circ}\text{C}$ восстановление практически заканчивается в случае использования угля с повышенным содержанием летучих составляющих. Иначе говоря, металл из окисной формы переходит, либо в менее окисленную или в металлическую формы, т.е. предпочтительную для дальнейшей металлургической переработки.

Подобные результаты были получены при восстановлении железорудных материалов летучими продуктами термического разложения бурых углей [4], авторы которых высказали мнение о целесообразности сочетания процесса полукоксования угля с дополнительным пиролизом выделившихся летучих для повышения эффективности использования парогазовых продуктов при восстановлении железорудных материалов.

Очевидно, процессы восстановления тем эффективнее, чем больше развита реакционная поверхность, что в свою очередь достигается использованием смеси тонкодисперсного рудного сырья и восстановителя. Эта идея реализована в технологиях получения рудоугольных материалов (РУМ). Отметим, что восстановление газовой смеси менее энергоемко [5], в отличие от твердофазного восстановления. В этом смысле, экзотермическая природа выхода летучих и участие их в восстановительной реакции, в целом ослабляет энергоемкость процесса, практически сохраняя углерод твердого топлива. Наличие в Казахстане углей ранних стадии углефикации и больших отвалов тонкодисперсных руд, поставила перед металлургами и обогатителями задачу поиска путей совместного и эффективного их использования в промышленном производстве.

Одним из путей решения данной проблемы является совместная термическая обработка угольно-рудной смеси с получением металл содержащего угольного спека - металлококс, главным предназначением которого является - твердый восстановитель для производства ферросплавов или топливо для аглодомного и литейных производств. Данный подход предусматривает частичную замену доли угольной шихты для коксования смесью рудной мелочи и углей ранних стадий зрелости. В процессе совместного их коксования развитая реакционная поверхность обеспечивает благоприятные условия для максимального

использования восстановительной энергии летучих составляющих в пирометаллургических процессах. Полученный продукт в зависимости от рудной составляющей (марганцевая, хромитовая, железная) имеет достаточную прочность и может эффективно использоваться в электротермических процессах.

Попытка реализовать данную идею в железокочке, по разным причинам не осуществилась, поскольку железокочка рассматривался прежде всего как топливо для доменного процесса. В настоящее время при бурном развитии как доменного производства, так и ферросплавного, считаем необходимым реанимировать данную идею и рассматривать металлокочку, прежде всего как твердый восстановитель для ферросплавных процессов.

Промышленное освоение данного способа обеспечит снижение себестоимости металлургического сырья, за счет вовлечения в металлургический передел некондиционных руд и молодых углей, расширение сырьевых источников, а также ослабление дефицита в качественных видах твердого топлива. Последнее, позволяет считать возможным и целесообразным, совмещение пиролиза углей и восстановительных процессов для пылеватых руд, с получением металлосодержащего углеродистого материала - металлококса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калиакпаров А.Г., Никитин Г.М., Махметов М.Ж. Углетермическое восстановление железа из гематита. // Комплексное использование минерального сырья. - 1993. - №3. - С.38-42.
2. Калиакпаров А.Г., Никитин Г.М. Влияние летучих твердого топлива на процесс твердофазного восстановления железа. // Комплексное использование минерального сырья. - 1994. - №2. - С.84-86.
3. Явойский А.В., Жуховицкий А.А., Григорян В.А. Восстановление в пульсационном режиме. // Известие вузов. Черная металлургия. -1970. - №9. - С. 13-16.
4. Нижегородов Т.Е., Симонов В.К., Праздник А.Н. Восстановление железорудных материалов летучими продуктами термического разложения бурых углей.// Физико-химия прямого получения железа. - М.: Наука, 1977. - С. 104-108.
5. Готлиб А.Д. Доменный процесс. М.: Металлургия. 1966. - 504 с.

^ УДК 669.01

fy ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ j j | ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧЕЙ

•й- Г.М.Никитин
Шцц

i Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова_д

О.Н.Юрина

III Карагандинский металлургический институт, г. Темиртау

..! : Мақпада металлургиячың пештердің жұмысын бағалауға арналған
рS'if; эксергетикалық талдаудың маңызы туралы мәселе әңгімеленген.

|Ц|§ 5 статье обсуждаются вопросы значения эксергетического анализа
для оценки работы металлургических печей.

*The article is discussed questions about importance excergetical analysis
for estimation of metallurgical furnaces working.*

Промышленная печь предназначена для производства полезного продукта из сырых материалов, называемых далее неэнергетическим сырьем. Это сырье может подвергаться в печах физическим или химическим преобразованиям. Кроме неэнергетического сырья, обычно в печь загружают топливо, химическая эксергия которого служит для поддержания протекания процесса. Протекание процесса может поддерживаться также с помощью электрической энергии. Наконец, в печь поступают обычные компоненты окружающей среды (например, воздух). Наряду с полезными продуктами из печи выдаются также хвостовые продукты, поступающие в окружающую среду. К этим продуктам относятся, например, продукты сгорания, шлак. В некоторых случаях технологи относят шлак к полезным продуктам процесса, считая, что без образования соответствующего шлака не было бы возможно протекание собственно технологических процессов.

Значение эксергетического к. п. д. промышленной печи должно отра-

печи, но также степень использования хвостовых продуктов, выходящих из печи. В связи с этим следует принять, что в идеальном процессе не только все превращения в пределах балансового кошура являются обратимыми, но и хвостовые продукты полностью используются (т. е. эксергия хвостовых продуктов, выводимых в окружающую среду, в сравнительном процессе равна нулю). Для полного использования хвостовых продуктов может быть необходимо дополнительное использование обычных компонентов окружающей среды (например, введение дополнительного количества воздуха для окисления горючих компонентов продуктов сгорания). Расход обычных компонентов окружающей среды в идеальном процессе может быть иным, чем в действительном. Это не оказывает влияния на результаты эксергетических расчетов, поскольку эксергия обычных компонентов окружающей среды равна нулю.

Приводная эксергия промышленной печи образуется из суммы эксергии топлива и приводной электрической энергии. Полезный эффект процесса выражается разностью эксергии полезного продукта и эксергии неэнергетического сырья. В большинстве случаев, однако, нельзя эксергию полезного продукта полностью отнести к полезному эффекту. Поэтому вводится понятие полезной эксергии $E_{\text{п}}$ полезного продукта. Эта величина устанавливается при температуре окружающей среды; физическая же эксергия, возникающая из разности температур полезного продукта и окружающей среды, относится к потерям эксергии. Однако если разность температур полезного продукта и окружающей среды является необходимой для дальнейшего протекания технологического процесса, то общая эксергия полезного продукта может быть отнесена к полезной эксергии [1].

В обратимом идеальном процессе соблюдалось бы правило сохранения эксергии. Приводная эксергии в этом процессе была бы равна полезному эксергетическому эффекту. На основании этого эксергетический КПД промышленной печи определяется по формуле:

$$\eta_n = \frac{E_{\text{п}} - E_{\text{н.э}}}{E_{\text{т}} + E_{\text{эл}}} \quad (1)$$

где $E_{\text{т}}$ — эксергия топлива;

$E_{\text{н.э}}$ — эксергия неэнергетического сырья;

$E_{\text{п}}$ — полезная эксергия полезного продукта;

$E_{\text{эл}}$ — приводная электрическая энергия.

При таком определении эксергетического КПД сумма этого КПД, относительных внутренних потерь эксергии и относительных внешних потерь эксергии равна единице. Определение, встречающееся в литературе, не учитывает также влияния степени использования хвостовых продуктов на КПД процесса.

Определение КПД по формуле (1) не может быть универсальным и не во всех случаях может использоваться. Применение этого определения невозможно, например, если исходные вещества процесса нельзя разделить на топливо и неэнергетическое сырье. Такие случаи возникают, например, при рассмотрении процесса газификации твердого топлива (газогенератор). В этом процессе твердое топливо одновременно является носителем приводной эксергии процесса и источником элементов для образования полезных продуктов. При процессах этого рода следует применять индивидуальное определение эксергетического КПД.

Внутренние потери эксергии, возникающие в нагревательных камерах промышленных печей, можно разделить на следующие важнейшие составляющие:

где $A E_0$ — потеря эксергии, вызванная непосредственной теплоотдачей в окружающую среду;

$A E_{\text{ff т}}$ — потеря эксергии, вызванная необратимостью теплообмена между охлаждающей водой и охлаждаемой средой;

А Е н х — остальные внутренние потери эксергии, возникающие, прежде всего благодаря необратимости химических реакций и теплообмена между газовой средой и нагреваемым материалом.

Потери AE_0 можно рассчитывать по формуле:

$$L \xi_0 - Q_0 - j T^{SL} \quad (3)$$

где Q_0 — тепло, отдаваемое непосредственно в окружающую среду;

T — температура среды, теряющей тепло.

Потери эксергии DE_{nj} находят по формуле:

$$BE_{n:2} - Q_{ffj} - Y \frac{T - T_0}{T} \delta E_{n:2} \quad (4)$$

где Q_{HT} — тепло, отводимое охлаждающей средой;

T — температура среды, осуществляющей теплообмен с охлаждающей водой;

δE_{HT} — приращение эксергии охлаждающей воды в системе охлаждения.

Потери эксергии А Е н х представляют собой остальные потери, замыкающие эксергетический баланс нагревательной камеры печи. Если в промышленной печи горение протекает не одновременно с другими химическими реакциями, то потери эксергии АЕ можно выделить как условные потери эксергии, вызванные горением. Для этого следует считать, что процесс протекает в два этапа: в первую очередь происходит адиабатное сгорание топлива, а затем начинается теплообмен. В соответствии с такой предпосылкой потери эксергии, вызванные необратимостью горения, составляют:

$$A E_{\Sigma} \sim E_m + E_{\text{в}} \sim E_{\text{пс}} \quad (5)$$

где $E_{\text{т}}$ - эксергия топлива (суммируется с физической эксергией, если топливо подогревается);

$E_{\text{в}}$ - эксергия подогретого воздуха;

$E_{\text{пс}}$ - эксергия продуктов сгорания при адиабатной температуре горения.

Естественно, что потери $ДЕ_{\text{Г}}$ являются наиболее значительными потерями эксергии в промышленных печах. После выделения этих потерь остаются внутренние потери эксергии $AE_{\text{с}} = AE_{\text{нх}} - ДЕ_{\text{Г}}$, вызванные в основном необратимостью теплообмена между газовой средой и нагреваемым материалом и, кроме того, одновременным проявлением нескольких необратимых явлений [2].

Среди внешних потерь эксергии обычно наибольшими являются потери эксергии физической, вызванные высокой температурой продуктов сгорания или других хвостовых газов, поступающих в окружающую среду. Отличие химического состава продуктов сгорания или других хвостовых газов от состава атмосферного воздуха является причиной потери химической эксергии. Кроме того, в эксергетическом балансе возникают потери физической эксергии в твердых и жидких продуктах. Эти потери относятся к тем продуктам, для которых высокая температура не является необходимой для продолжения технологических процессов. Потери химической эксергии в твердых продуктах и жидкостях определяются значением химической эксергии хвостовых продуктов.

Сравнивая потери энергии в энергетическом балансе и потери эксергии в эксергетическом балансе промышленной печи, можно сделать следующие выводы:

1. Проявление потерь посредством эксергетического баланса делает их более заметными, чем в энергетическом балансе. Большинство причин, уменьшающих совершенство процесса, более трудно выявляется в энергетическом балансе.

2. Наиболее важные потери эксергии не имеют аналогов в энергетическом балансе. К ним можно отнести, например, потери эксергии, вызванные необратимостью химических реакций и теплообмена в нагревательной камере печи.

3. Некоторые потери, несмотря на совпадение названий, имеют неодинаковое техническое значение.

Так, например, в соответствии с эксергетической интерпретацией отдача тепла в окружающую среду сама по себе не является потерей. Потеря эксергии, вызванная этим явлением, возникает только вследствие его необратимости, т. е. конечной разности температур между камерой, отдающей тепло, и окружающей средой. Эта разность технических значений очень заметно проявляется при рассмотрении потерь, вызванных водяным охлаждением. Эксергетический баланс показывает большие потери, вызванные необратимостью теплообмена между охлаждаемой средой и охлаждающей водой. В то же время сам отбор тепла охлаждающей водой и отдача его окружающей среде являются причиной очень малой потери эксергии, поскольку средняя температура охлаждающей воды незначительно отличается от температуры окружающей среды.

4. Наибольшее совпадение технических значений потерь, выявляющихся в обоих балансах, проявляется при анализе потерь, вызванных отдачей в окружающую среду не полностью использованного хвостового продукта. Однако в этом случае обозначаются количественные различия. Так, например, относительные потери, связанные с высокой температурой продуктов сгорания, уходящих в окружающую среду, в эксергетическом балансе значительно меньше, чем в энергетическом. В то же время отношение физической эксергии продуктов сгорания к физической энтальпии продуктов сгорания, находящихся под давлением окружающей среды, будет меньше единицы. Это будет тем заметнее, чем меньше будет температура продуктов сгорания.

ЛИТЕРАТУРА

1. ШаргутЯ. Теплоэнергетика в металлургии. - М.: Энергия, 1976.
2. Степанов В.С., Степанова Т.Б. О методах расчета кумулятивных затрат энергии (на примере производства стали).//Промышленная теплотехника. - 1990. - № 6. - с. 65 - 71.

III УДК 629.1.02

II

?

% ТРАКТОР ТРАНСМИССИЯСЫНЫҢ NI БІЛІКТЕРІНІҢ ҚАТАҢДЫҒЫН ІРІКТЕП АЛУ

А.Нұржауов

С. Торайғыров атындағы

Н: Павлодар мемлекеттік университеті!

||| I В статье для тракторного агрегата, состоящего из трактора ДТ-75М «Казakhstan» и плуга ПН-4-35, рассмотренного как шестимассовая динамическая система, определены оптимальные значения податливости I и II упругих связей между массами.

jp Мақалада ДТ-75М «Қазақстан» тракторы мен ПН-4-35 соңасынан құрастырылған агрегат алты массалы деп қарастырылып, олардың f/f§ арасындағы серпимді байланыстар қатаңдықтарының оптималь мәндері зерттеліп, анықталған.

The article defines the optimal values of flexibility of elastic ties between the masses for a tractor unit, consist itig ofa tractor ДТ-75М "Kazakhstan " and a plough ПН-4-35, considered as a six-mass dynamic system.

Серпимді параметрлері оптималь іріктеліп қондырылған ілімек жалпы машина-трактор агрегатының қалыптасқан қозғалысы кезіндегі динамикасына қолайлы әсер ететіні дәлелденді [1]. Екці [1] әдебиет көзіндегі тәсілдемені трактор трансмиссиясының элементтерінің серпимді параметрлерінің рационалды мәндерін тауып алу үшін қолдану мәселесін қарастырамыз.

Механикалық жүйенің динамикасының сапасы сыртқы ұйытқудың әсеріне жүйенің реакциясы қандай болатынына қарап бағаланады. Ауыл-шаруашылық машинасына әсер ететін кедергі күші маншна-трактор агрегатының сыртқы ұйытқы болып табылады. Сондықтан біздің қарастыратын ДТ-75 М тракторы мен ПН-4-35 соқасынан тұратын машина-трактор агрегаты (ДТ-75+ПН) үшін сыртқы ұйытқы F_c -ні, ауыл-шаруашылық машинасының t және трактордың M массаларын қабылдаймыз. Сонымен қатар грунттың c_n қатандығына да әсер ете алмаймыз. Сөйтіп трактор трансмиссиясының элементтері арасындағы e_{23} және e_{34} бұлғалғыштықтарының рационалды мәндерін тауып алу мәселесін қоямыз (1-су-

рет). Бзрт схемада J_1, J_2, J_3 және J_4 - меховиктің және қозғауыштың қозғалыстағы массаларының, бас тіркістің жетектегі массаларының, трансмиссияның қозғалыстағы массаларының және жетекші доңғалақтар мен жүріс жүйесі массаларының келтірілген инерция моменттері. J_m және J_n - ілгерілемелі қозғалыстағы тршсгордың M жәнәтіркемдегі ж^мысшы машинаның t массаларының жетекші доңғалақтарға келтірілген инерция моменттері. Кез келген ею массаның арасындағы серпімді байланыстың олардың тербеліс амплшудалары төмен болуы көзделіп табылған қдтандығы арқылы [1] осы байланысгыңоптимал буралғыштығын темендегі формуламен анықтауға болатынын дәлелдеуге болады:

$$e_{к.опт} \sim \frac{2(i+n)^2}{\dots} \ll u \quad (1)$$

$$\begin{array}{cccc} \theta^L & \theta^J & o^L & o^{JM} + \\ e_{12} & e_{23} & e_{3m} & \\ 6 & 6 & 0 & 6 \quad 0 \end{array}$$

1-сурет

Бр: жерде $e_{к.опт}$ - б^ралғыш жүйе түріне шпірілген агрегаттағы трактфдьщ және тіркемдегі ж^мысшы машинасының инерция моменттері «/д^ және J_m болған массалар арасындағы оптимал б^ралғыштығы. Ал $e_n \sim c_n$ ~ топырақың келірілген бузалғыштығы. Осы формугсаны трактордың жүріс жуйесіне және трансмиссияның инерция моментгері J_4 және J_3 болған массалары арасындағы байланысгың оптимал мәнін анықтау үшін паңдаланып көрейік. Б^я жерде біз J_m массасына эсер етеіін сырғкы ^йытқуың салдарынан J_4 массасы тербелісінің амплшудасының ең үлкен мәні де минимал боясын деген шарт қоямыз. c_n катандығыша (немесе e_n б^ралғыштығына) біз эсер ете алмайтынымызды ескеріп, механикалық жүйені 1-суретге көрсегілген эквивалент жүйе түріне келгіреміз де, оның J_T J_3 учаскесін қарастырамыз.

Бұл жүйеде

$$e_{3m} = \frac{J_m^{e_{34} + e_n} + J_4^{e_{34}}}{J_m + \dots} \quad (2)$$

Бұл жерде e_{34} - J_3 және J_4 массалары арасындағы серпімді байланыстың б^ралғыштығы.

ғарсақ, онда бұл тендеудің құраушылары төмендегі түрде жазылады:

$$U_{lx}(a) = df-co \quad M_k \frac{1,2 \cdot 10^3}{m} - oA - \frac{co^2}{m} \cdot g + 72,66 \cdot 10^5 [\frac{K}{m} \cdot \frac{co^2}{h} + \frac{2 P^1_k}{m} r] \quad (4)$$

$$V_{lx}(\text{©}) = \text{©} \cdot \{ dg + \frac{1,2 \cdot 10^3}{in} - \frac{co^2}{in} \quad \frac{a^{2n}}{M} f + 72,66 \cdot 10^3 [\frac{M_k}{m}] \quad \} \quad (5)$$

$$U_{2xl}(\text{®}) = \frac{T7}{Mm} \{ c_k (21,8 \cdot 10^4 - co^2) \quad h-k \quad -co^2 p_{ik} [(21,8 \cdot 10^4 - co^2) \quad r - 37,34 \cdot 10^{10} (\phi^2 - 48 \cdot 10^7)] \quad \} \quad (6)$$

$$F, \gg = \frac{c_{Bi\ddot{e}} \cdot 10^4 - w^2 \cdot 37,34 - 1}{Mm} \{ o^{10} (\text{®}^2 - 48 \cdot 10^7) + M_k [(21,8 \cdot 10^4 - co^2) \quad h-k] \quad \} \quad (7)$$

$$m \quad 10^3 - co^2 \sqrt{1 - \frac{1}{M} CO^{21} - co^2 (1,2 - 10^3 - co^2)} \quad (8)$$

$$f = (7,52 \cdot 10^8 co^2 - co^4 8,16 \cdot 10^0) \quad (CD^4 - 5,2 \cdot 10^8 0^2) + (12,21 \cdot 10^{10} a^2 - 226,18 \cdot 10^{14}) \quad (p, 427 \cdot 10^8 - co^2) \quad (9)$$

$$g = f; 52 \cdot 10^8 co^2 - co^4 - 8,16 \cdot 10^0) \quad (10,73 co^2 - 5,15 \cdot 10^9) + 10,73 \quad (226,18 \cdot 10^{14} - 12,21 \cdot 10^{10} co^2) \quad (10)$$

Сонда e_{23} б^аралгыштыгының оптимал мэнін төмендегі тендеуді шешіп, тауып ала аламыз:

$$\frac{n_2(i-h)}{2\{i, n_2Y\}}$$

$$JM(e_{23.onm} + e_{34.onm} + e_n) + J_4(e_{23.onm} + e_{34.onm}) + J_3e_{23.onm} \quad (9)$$

Біліктің б^аралуы кезінде оның геометриялық параметрлері мен қатаңдығы арасында төмендегідей байланыс бар екендігі белгілі [2]:

$$c = \frac{G}{I} J_p \quad (10)$$

Б^ал жерде Q - еісінші текті серпімділік модулі;

J_p - полярлық инерция моменті;

I - біліктің ^азыддығы.

Демек, трактор трансмиссиясының және жүріс жүйесінің біліктерінің оптимал қатаңдықтарын тауып алғаннан кейін олардың геометриялық параметрлерін сәйкестендіре есептеу мүмкін болады. Мысалы, егер біліктің беріктігін есептеу нәтижесінде оның диаметрі және біздің ^асынып отырған тәсілмен қатаңдығы табылған болса, онда (10) формуласын пайдаланып, оптимал қатаңдығын қамтамасыз ететін I ұзындығын анықтап алуға болады.

Көп массалы ДГ-75+ПН агрегатының массаларын жеіекіші доңғалақтар білігіне келтіріп, содан соң бірінші жағдайда параметрлерінің нақшлы мэндерін, екінші жағдайда (1)^а(9) тендеудің қорданьш табылған оптимал мэндерін алып, трактор массасының бойлық бағытта тербелісінің W_x (ω), ілмектш жүк күші тербелісінің $F_{кр}$ (ω) және қозғауыш білігіне әсер ететін моменті тербелісінің M жиілік сипаттамалары есептеліп шығарылды. Оларды ЭЕМ-да есептеу үшін әдейі бағдарлама құрастырылды. Есептеу нәтижелерін талдап шығу үшін осы атапған шамалардың маңызды сан мэндері I - кесеге іріктеліп енгізілді. Б^ал ішледе аталған m, n, h, c сипаттамалардың сыртқы ^айығының өзгеруінің жиілігінің әргүрлі диапазондарында (0-100 Гц, 101-200 Гц, т.с.с.) пайда болатын ең үлкен сан мэнді тізімге берілген. Кестені талдасақ, онда нақшлы ДГ-75+ПН агрегатындағы трактор *массасының* тербеліс амплитудасының максимал мэнінің ең кішкентай мэні ілмек қатаңдығы мен саябырлату коэффициенті оптимал мэндеріне ие болғанда ($c_{конт} = 0,4088 \cdot 10^6 \text{ Н / м}$, $M_{конт} \sim 0,2074 \cdot 10^5 \text{ Н (м)}$) орындалатынына көреміз. W_x (ω) жиілік сипаттамасының ең үлкен мэні $\{4,83 \cdot 10^{-7} \text{ м/Н}\}$ сыртқы ұқсастықудың өзгеру жиілігі 0-100 Гц

арасында болғанда пайда болады екен. Сол секілді ілмектегі таріу күші $F_{кр}$ мен қозғайыш білігіне эсер етепін кедергі мамешінің де максимал шамаларының ең кішкене мэндері осы $c_{конт}$ лоне $M_{конт}$ мэндеріне сэйісес болады.

Бұл кестеден жоғарыда айтылғандай трактор трансмиссиясының массалары арасындағы байланыстарының қатандықтарының оптимал мэндеріне $\omega_{ш} > \omega_{опт}$ ($c_{конт}$) механикалықжүйенің жиіліксіпаттамасының максимал шамаларының ең кішкене мэндері сэйісес келетінін көреміз.

1- кесте

| Беріліс функциясы (өлшем бірлігі) | Жүйе массалары арасындағы байланысты н түрі | Сыртқы уйтқу ЖЕЛШПШЦ езгеру диапазоны, Гц | $\omega_{конт} - \omega_{ш} 20740 \text{He} / M$ | | | $c_{конт} - 408800 \text{He} / m$ | |
|------------------------------------|---|---|--|--------|----------------|-----------------------------------|----------------|
| | | | $c_{конт} H / m$ | | | $M_{конт} H c / m$ | |
| | | | $3 \cdot 10^5$ | 408800 | $4 \cdot 10^7$ | $2 \cdot 10^3$ | $3 \cdot 10^7$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| $10^{\circ} - W_x(h)$ m/H | нақтылы | 0 + 100 | 4900 | 4830 | 827000 | 18700 | 37000 |
| | ij реал | 101 + 200 | 22 | 18,3 | 1050 | 4 | 200 |
| | | 201 + 300 | 7,5 | 7,5 | 685 | 1 | 75 |
| | | 301 + 400 | 2 | 1,98 | 17,4 | 0,15 | 19 |
| | | 401 + 500 | 0,446 | 0,44 | 2,88 | 0,05 | 8,9 |
| оптимал $c_{ij конт}$ | 0 - 100 | 6240 | 4700 | 34000 | 23000 | 12000 | |
| | 101 - 200 | 5,6 | 6,1 | 210 | 5,6 | 38 | |
| | 201 - 300 | 0,72 | 0,69 | 320 | 0,32 | 7,4 | |
| | 301 - 400 | 0,21 | 0,2 | 14 | 0,067 | 3Д | |
| | 401 - 500 | 0,087 | 0,045 | 2,72 | 0,0215 | 1,7 | |
| нақтылы h_{ij} рвал X | 0 - 100 | 1,23 | 1,31 | 7,4 | 7,25 | 88 | |
| | 101 - 200 | 27,4 | 27,5 | 99,4 | 27,8 | 1,57 | |
| | 201 - 300 | 9,6 | 263 | 83 | 9,8 | 0,72 | |
| | 301 - 400 | 267 | 86,9 | 373 | 264 | 1,6 | |
| | 401 - 500 | 4,2 | 4,2 | 5,08 | 4,25 | 0,84 | |
| оптимал $c_{ij контгг}$ | 0 - 100 | 1,63 | 1,59 | 10,4 | 11,3 | 9,18 | |
| | 101 - 200 | 0,17 | 0,16 | 8,12 | 0,3 | 1,8 | |
| | 201 - 300 | 0,084 | 0,083 | 7,65 | 0,10 | 1,2 | |
| | 301 - 400 | 0,055 | 0,055 | 0,62 | 0,06 | 0,83 | |
| | 401 - 500 | 0,041 | 0,04 | 0,27 | 0,04 | 0,83 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------|-------------|----------------------|--------|------|--------|-------|-------|
| $10^5 W_{max}$ | нақтылы | 0-100 | 7540 | 7450 | 86000 | 20000 | 62000 |
| | <i>ремл</i> | 101-200 | 2740 | 2700 | 126000 | 400 | 24000 |
| | | 201-300 ^s | 1500 | 730 | 66000 | 100 | 7200 |
| | | 301-400 | 4800 | 1550 | 13000 | 174 | 26000 |
| | | 401-500 | 47,5 | 47 | 307 | 5,15 | 950 |
| <i>Нм/Н</i> | | | | | | | |
| | оптимал | 0-100 | 1700 | 1100 | 3340 | 2800 | 11000 |
| | <i>опт</i> | 101-200 | 16 | 2,5 | 1,7 | 5,5 | 12 |
| | | 201-300 | 0,072 | 2 | 0,8 | 2,6 | 21 |
| | | 301-400 | 0,037 | 0,18 | 0,16 | 2,0 | 3,15 |
| | | 401-500 | 0,0068 | 0,03 | 0,03 | 0,036 | 0,074 |

Бұл қоса айта кететін нәрсе, байланыстардың қатандықтары $C_{к.опт}, ^{23.опт}, ^{34.опт}$ болған кезде жиілік сипаттамаларының максимал шамаларының ең кішкене мәндері ең төмен болатынын көреміз. Мысалы, сыртқы айытқудың өзгеру жиілігі 0-100 Гц болғанда нақтылы жүйе үшін $W_x(i\omega) = 4,83 \cdot 10^{-7} \text{ м/Н}$, ал "оптимал" жүйе үшін $W_x(i\omega)_{max} = 4,7 \cdot 10^{-7} \text{ м/Н}$ т.с.с. Ал, $F_{кр}(\gamma^*)$ -нің ең төменгі мәндерінің сәл жоғары болу себебі оптимал мәндері массалардың тербелістерінің амплитудаларының минимал болуы шартынан анықталғандығында.

ӘДЕБИЕТ

1. Нздшауов А.Н. Выбор оптимальных параметров сцепки при неустановившейся тяговой нагрузке трактора. Известия вузов. «Машиностроение», № 1, 1972
2. Беяев Н.М. Сопротивление материалов. М., Физматгиз, 1962г., 856 стр. силл.

II УДК 629.1.02

III

И МАШИНА-ТРАКТОР АГРЕГАТЫНЫҢ II МАССАЛАРЫН ЖЕТЕКШІДӨҢҒАЛАҚТАР 1 БІЛІГІНЕ КЕЛТІРУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

HI А.Нұржауов

I С.Торайғыров атындағы

- Павлодар мемлекеттік университеті

||§|§ В статье теоретически рассмотрена методика приведения к одному
т||Ш^{вал}У инерционно-упругих параметров механической динамической системы.
||§§| Определены значения инерционно-упругих параметров, приведенные к
||§§| еedyufit колесам трактора, для реальной механической системы, состоящей
||§§| из гусеничного трактора ДТ-75М «Казakhstan» и плуга ПН-4-35. С
HI использованием полученных данных рассматриваемого тракторного агрегата
HI выведены выражения для частотных характеристик колебаний массы
трактора, силы тяги на крюке и момента на валу двигателя.

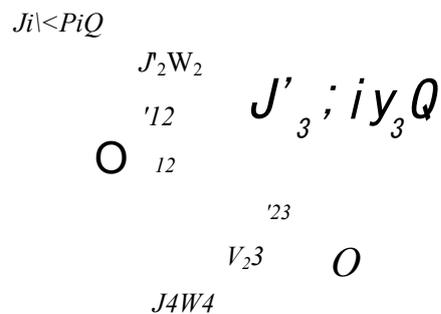
Мақалада механикалық динамикалық жүйенің инерциялы-серпімді параметрлерін бір білікке келтіру тәсілі теориялық тұрғыда қарастырылған. Шынжыр табанды ДТ-75М «Қазақстан» тракторы және ПНА-35 соқасътан тұратын нақтылы механикалық жүйенің трактордың жетекші доңғалақтарына келтірілген инерциялы-серпімді параметрлерінің сан мәндері анықталып берілген. Табылған мәліметтерді пайдаланып, трактор массасының, ілмектегі тарту күшінің және қозғауыш моментінің тербелістерінің жиілік сипаттамаларының өрнектері жазылып шығарылған.

The article gives theoretical principles of bringing to one axle of inertia-elastic parameters of a mechanical dynamic system. The author defines the values of inertia-elastic parameters transmitted to a tractor's driving-wheels, for the actual mechanic system, consisting of a caterpillar tractor ДТ-75М "Kazakhstan" and a plough ПН-4-35. With the use of the data obtained for the tractor unit under consideration the author deduced expressions for frequency characteristics of the tractor mass variation, tractive force at the hanger and the moment at the shaft of the engine.

ч

Машина-трактор агрегатының динамикасын зерттеу барысында ол көп массалы динамикалық жүйе ретінде қарастырылады. Бұл массалар бір білікке келтіріледі. Сонымен қатар олардың арасындағы серпімді байланыстардың да келтірілген сан мәндерін анықтау керек болады. Сондықтан, шынжыр табанды ДТ-

75М тракторы қосылған агрегат жүйесінің элементтерінің параметрлерін трактордың жетекші доңғалақтарының білігіне келіріп, зерттеп шығуға ыңғайлайық. Ол үшін бәдралмалы динамикалық жүйе элементтерінің параметрлерін келтіру мәселесін қарастырамыз.



1-сурет

Біздің қарастырып отырған машина-трактор агрегатында тісті іліністері бар элементтер болғандықтан, мысал ретінде, төрт массалы 1-суретінде көрсетілген жүйені алайық.

Бұл схемада $J^i J^i$ арқылы массалардың инерция моменттері, арқылы бұралу бұрыштары және $c_{ij} > Mij > Nij$ арқылы олардың арасындағы байланыстардың қатаңдықтары мен саябырлату коэффициенттері белгіленген. Аиналыс J_3 элементінен J_1 массасына беріледі делік. Сонда біліістер арасындағы беріліс қатынасы $z = \phi_4 / \psi_2 \cdot O$ лай болсаі - $(p_4 I \psi_2$ деп қарастыра аламыз.

Қарастырылып отырған жүйе үшін Лаграск тендеуінің құраушыларының ішіне кіретін T кинетикалық, U потенциалдық энергиялары және Φ Рэлей функциясы:

$$\begin{aligned}
 2T &= 3, \phi i + J_2 w \backslash + \Gamma_4 \psi_4^2 + \Gamma_3 \psi / ; \\
 2U &= c_{12} \{ \psi / 2 \sim \langle p_e Y + c'_{23} \{ \psi \sim \psi / 4 \}^2 ; \\
 2\Phi &= j u_{12} (\psi / 2 - \phi_i)^2 + / \Gamma'_{23} \{ \psi / 3 \sim \psi / 4 \}^2 ,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Бұл теңдеулердегі $\psi/4$ және $y/4$ -ті i беріліс қатынасы арқылы өрнектейік. Сонда

$$2T = J_1 \dot{\phi}^2 + J_2 \dot{\psi}^2 + J_3 \dot{y}^2$$

$$2U = c_{12}(\psi/2 - c_{pi}j)^2 + c_{23} i^2 \{y/3 / i - \psi/2\}^2;$$

немесе $2\Phi = f_{12} (\psi/2 - \phi_i) + ju'_{23} i^2 (y/3 - i - \psi/4 - i)$

$$2T = J_1 \dot{\phi}^2 + (J_2 + J_4) \dot{\psi}^2 + J_3 \dot{y}^2$$

$$2U = c_{12}(y/2 - p_i)^2 + c_{23} i^2 \{w_3 H - V_2\}^2$$

$$2\Phi = i l u (y/a - \phi)^2 + m'_{23} i^2 \{l i - y y^4\}$$

Бұл өрнектерде $J_2 = J_2 + J_4 i^2$, $J_3 = J_3 - i^2$, $c_{23} \sim c'_{23} i^2$, $ju_{23} = i^2 ju'_{23}$, $(p_3 = y/3 / i, \phi_2 = y/2 = y/4 / i$ және $(p_2 - y/2$ деп белгілесек, қарастырып отырған механикалық жүйе қозғалысын өрнектеу үшін керек теңдеулер төмендегіше жазылады:

$$2T = J_1 \dot{\phi}_1^2 + J_2 \dot{\phi}_2^2 + J_3 \dot{\phi}_3^2$$

$$2U = c_{12} \{q_2 - c_{pi}\}^2 + c_{23} \{(p_3 - p_2)\}^2; \tag{2}$$

$$2\Phi \sim u_{12} \{\phi_2 - \Phi_i\}^2 + M_{23} (\phi_3 - \Phi_2)$$

$$\begin{matrix} J_1 < P_1 & O & O & O \\ J_2 > P_2 & & & \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} c_{12} & H''_{23} \\ O & M_{23} & O \\ N & & \end{matrix}$$

2-сурет

Осылайша келіп шыққан (2) өрнектері кәдімгі үш массалы бұралмалы механикалық жүйе үшін анықталған кинетикалық және потенциалдық энергиясы және Рэлей функциясы болып табылады (2-сурет). Басқаша айтқанда, белгілі беріліс қатынасы бар төрт массалы бұралмалы жүйені (1-сурет) үш

массалы жүйетүріне (2-сурет) келтірдік. Демек, беріліс қатынасы бар бұралмалы жүйенің келтірілген жүйесін табу үшін беріліс қатынасынан кейін орналасқан массалардың инерция моменттері беріліс қатынасының квадратына көбейтіледі екен. Сол секілді беріліс қатынасынан кейін орналасқан біліктердің қатандықтары және саябырлату коэффициенттері де беріліс қатынасының квадратына көбейтіледі.

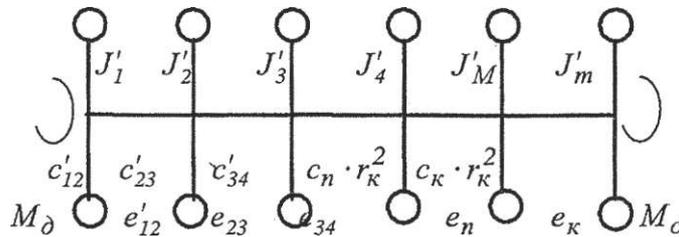
Автордың зерттеп есептеуі нәтижесінде ДТ-75М тракторы қосылған алты массалы мехашікалық жүйенің инерциялы-серпімді параметрлерінің сандары анықталған болатын. Сонымен қатар ауыл-шаруашылық машинасы мен трактордың және М массалары - бұралмалы жүйеде $J_m = m \cdot r_k$ және $J_T \sim M \cdot r_l$ инерция моменттері түрінде, ал олардың арасындағы байланыстардың және топырақтың қатандықтары $c_k \cdot r^k$ және $c_{,,}$ түрінде келтіріледі. Бұл жерде r_k - трактордың жетекші доңғалағының динамикалық радиусы, ал $c_{п}$ және c_k - топырақтың және трактор мен соқа арасындағы серпімді байланыстың қатандықтары; l_k - ілмектің саябырлату коэффициенті

Жүйеге эсер ететін сыртқы ұйтқу $M_c \sim F_c \cdot r_k$ моментіне тең болады. Бұл жерде F_c - сыртқы ұйтқу күші (3-сурет).

Енді, жоғарыда айтылғандай, осы мәліметтерді пайдаланып, ДТ-75М тракторы мен ПН-4-35 соқасынан тұратын машина-трактор агрегатын алты массалы механикалық жүйе ретінде қарастырып зерттеп шығалық. Осы агрегатының ыңғайлы болу үшін ДТ-75+ПН агрегаты деп шартты түрде белгілеп алайық. Агрегатты алты массалы деп қарастырығандағы оның параметрлерінің сандары 1-кестеде көрсетілген.

1- кесте

| Жүйе параметрінің бөлімсі мен өлшем бірлігі | J_M кгм ² | кгм ² | кгш ² | кгм ² | кгм ² | $J'b$ кгм ² | 34 Нм | 23 Нм | 12 Нм | $B'dl$ Нм |
|---|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-------------|------------|------------|--------------|
| Параметрдің сандары МП | 757 | 155 | 1484 | 1918 | 215 | 2414 | $314J-10^5$ | $71-Ю^6$ | 10^4 | $25,9-10^3$ |



3-сурет

Механикалық жүйелерді зерттеуді екі тұрғыдан жүргіземіз. Біріншіден ДТ-75+ПН агрегатының серпімді параметрлерін өзіне тән болған шамаларын алып, олардың маңызды жиілік сипаттамаларына эсерін анықтаймыз. Екіншіден, мәселені агрегат трансмиссиясының элементтері арасындағы байланыстардың оптимал мәндерін тауып алып қарастырамыз.

Бұл жерде есептеу нәтижелерін пайдаланып жиілік сипаттамаларды сызбай-ақ, тек қана трактордың М массасының, ілмектеп Гц, тарту күшінің және козғауыш білігіне эсер ететін M_c моментінің тербелістерінің жиілік сипаттамаларының модульдерінің максимал мәндерін талдаумен ғана шектелейік.

Трактор агрегатын алты массалы жүйе деп қарастырып, оның тендеулер жүйесі жазылған болатын. Содан соң Лаплас турлендіруін қолданып, әрбір масса тербелісінің функциясының сыртқы ұйтқу функциясына қатынасын жиілік функциясы деп қарастырдық. Сонда трактор массасының бойлық тербелісінің жиілік сипаттамасын төмендегі түрде жаза аламыз:

$$W_x(w) = \frac{U_{2x}(co) + iV_{2x}(co)}{U_{1x}(co) + iV_{1x}(co)} \quad (3)$$

Бұл жерде "1" индексімен белгіленген $U_{1x}(co)$ және $V_{1x}(co)$ - жиілік сипаттамасының бөлімінің нақты және жорамал бөлімдері. Сол секілді алымының нақты және жорамал бөлімдеріне осы әріптерге "2" индексін тіркеп жазып берілген. Сонымен қатар трактор трансмиссиясының элементтері арасындағы байланыстардың саябырлату коэффициенттері $\zeta_u = 0$ деп алынған. co - сыртқы ұйтқудың тербелісінің жиілігі.

(3) өрнегіндегі шәффициенттердің орнына қолымызда бар сан мәндерін қойып, нақтылы ДТ-75+ГШ агрегаты үшін $J_x(\Gamma'co)$ жиілік сипаттамасын есептеп шы-

ғарсақ, онда бұл тендеудің кәраушылары төмендегі түрде жазылады:

$$U_{ix}(co) = df-co \quad M_k \wedge \{1,2-10^3 \quad -co^2\} - \frac{co}{\sim M} \quad g + 72,66 \cdot 10^5 [\quad \frac{\sim K}{m} \quad] \quad I \quad h \quad (4)$$

$$V_{ix}(eo) = a > - \quad dg + m_k \quad \frac{1,2-10^8 - co^2}{m} \quad \frac{co^2}{M} \quad f + 72,66 \cdot 10^5 [\quad j \quad T + \quad] \quad + \quad \frac{b \quad L \quad h \quad]}{m} \quad (5)$$

$$U_{2x}(e) = \frac{cK}{Mm} \{ (21,8-10^4 \quad -co^2) \quad h-k \quad -co^2 j U_k [\quad (21,8-10^4 \quad -co^2) \quad r \quad] \quad - \quad 37,34-10^{10} \quad (co^2-48-10^7) \quad] \quad \} \quad (6)$$

$$V. \quad = \frac{cK}{Mm} \{ \quad c_k [(21,8-10^4 - a^2) - 37,34 - 10^w (a >^2 \quad -48-10^7) + /n_k [\quad (21,8-10^4 \quad - \quad] \quad] \quad \cdot CO' \quad) \quad h - k \quad] \quad \} \quad (7)$$

$$d = c_t \quad (1,2-10^3 \quad -co^2) - \wedge co^2 \quad -G)^2 (1,2-10^3 - CO^2) \quad (8)$$

$$f = \{ 7,52-10^5 u^2 \quad - \quad co^4 8,16-10^{10} \quad (co^4 \quad -5,2-10^8 co^2) + \{ \quad 12,21 \quad \cdot \quad 10^{10^2} \quad -226,18 \cdot 10^{14} \quad \} \quad (p, 427-10^8 \quad -co^2) \quad \wedge$$

$$g = (i7,52 - 10^{\wedge} co^2 - CD^4 - 8,16 - 10^{10}) \quad (i0,73 co^2 - 5,15-10^9) + 10,73 \quad (\quad 226,18-10^{14} \quad - \quad -12,21-10^{10} co^2 \quad) \quad (10)$$

$$H = (4 \cdot 10^5 - a^2) (48 \cdot 10^7 - c;^2) (0,427 \cdot 10^8 - a^2) - 2,05 \cdot 10^{11} + 122,1 \cdot 10^9 (0,427 \cdot 10^8 - c \cdot a^2) \quad (11)$$

$$m = 10,73 (c^2 - 48 \cdot 10^7) (5,4 \cdot 10^5 - c \cdot a^2) - 13,1 \cdot 10^6 \quad (12)$$

Трактор ілмегіне эсер ететін күштің жиілік сипаттамасы

$$w_F = \frac{(i\omega)^u \cdot b}{U_{kx}(c\omega) + iV_{kx}(c\omega)} \quad (13)$$

Бұл жерде

$$U_{2F}(c\omega) = \frac{1}{M} (21,8 \cdot 10^4 - a^2) \cdot \phi^2 H c_{41} + c_{42} + \frac{d f \cdot c \omega^2}{u_k m} - (1,2 \cdot 10^3 - c \omega^2) - \frac{c_{41} \cdot c \omega^2}{m} + 72,66 \cdot 10^4 \cdot \frac{c_K}{m} \cdot \frac{2^7 \cdot M K}{m T^2} \quad (14)$$

$$V_{2F}(c\omega) = \frac{1}{M} \left\{ \frac{d g \cdot L h a^2}{m} (1,8 \cdot 10^4 - c \omega^2) - \frac{c_{41} - c_{43}}{m} + \frac{c_K}{m} (1,2 \cdot 10^3 - c \omega^2) - \frac{c \omega^2}{m} + 72,66 \cdot 10^4 \cdot \frac{c_K}{m} - \frac{c \omega^2}{m} \right\} \quad (15)$$

$$c_{41} = 11,2 \cdot 10^3 \cdot \frac{c_K}{m} - c \omega^2 (21,8 \cdot 10^4 - (D^2) - 72,66 \cdot 10^4) \quad (16)$$

$$c_{42} = 3,48 \cdot 10^{10} c \omega^4 (52,27 \cdot 10^7 - c \omega^2) \left\{ 1,2 \cdot 10^3 + \frac{c_K}{M} c \omega^2 + \frac{3,73 \cdot 10^4 - c \omega^4}{M} \right\} \quad (17)$$

$$-43 \cdot 3,48 \cdot 10^{10} c \omega^4 (52,27 \cdot 10^7 - c \omega^2) + 3,73 \cdot 10^4 - a^2 (48 \cdot 10^7 - c \omega^2) (2,2 \cdot 10^3 + \frac{c \omega^2}{M}) \quad (18)$$

ДТ-75+ПН агрегатының тракторы қозғаушының білігіне әсер ететін моментінің жиілік сипаттамасы:

$$W_{M_d}(\omega) = \frac{M_m}{\sqrt{J_d^2 \omega^4 + M_m^2}} \quad (19)$$

Бұл жерде

$$\frac{M_m}{M_m} = 4 \cdot 10^{-22} m \{i U_{M_k} - B_0 C_k\} \quad (20)$$

$a^{\wedge} d$ d^{\wedge} - қозғаушыты сипаттайтын параметр.

J_d - қозғаушытың инерция моменті;

M_m - қозғаушытың номинал моменті;

$(0_H, C_0X$ - қозғаушы білігінің номинал және бос жүріс кезіндегі айналу жылдамдықтары.

Осы теңдеулерді және олар үшін құрастырылған бағдарламаларды пайдаланып, жүйедегі серпімді байланыстардың параметрлерінің жүйе динамикасына қалай әсер ететінін зерттеп шығуға болады.

|| УКД 669.019

Я ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ Л СТОЙКОСТИ ВАЛКОВ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

fflf Р.О. Олжабаев, Г.Ытыбаева, А.Ж.Касенов

||§§§ Павлодарский государственный университет

§1§ им. С. Торайзырова

III! Орнац илгмдеуші пішмбіліктердің ишвмділік беті деформациясы әдісі
 IIII бойынша игырыдамдылығы жоғарлау перспективалары және өнеркәсіптік
 ЩЦ сынау нәтижелері қаралды.

1111 Рассмотрены перспективы повышения стойкости валков прокатных
 ЩЦ станков методами ППДи результаты промышленных испытаний

ЩЦ It is Considered prospectsofincreasing ofstability ofswingletrees ofrolling
 HI mills by methods to plastic surrface deformation and results industrial test.

Повышение надёжности - одна из важнейших проблем машиностроительного производства. Оно непрерывно возрастает в связи с интенсификацией производства, повышением производительности технологического оборудования. Одним из основных условий, которым должно удовлетворять оборудование является его безотказная работа с необходимой надёжностью в соответствии с техническими условиями эксплуатации.

Потери из-за недостаточности надёжности выпускаемых машин очень велики. Так за период эксплуатации затраты на ремонт и техническое обслуживание в 8 раз превышают новые, в связи с их износом. На все виды ремонта парка технологического оборудования ежегодно расходуется около 25% капитальных вложений.

Важное значение повышение эксплуатационной надёжности и долговечности имеет для металлургического оборудования, у которого весьма низкие показатели.

В ремонтной службе занято около 30% общей численности производственного персонала.

Мероприятия по повышению эксплуатационной надёжности и долговечности деталей и оборудования металлургического производства включает в себя конструкторские, технологические и организационные мероприятия. В каждом конкретном случае конструктор, технолог и эксплуатационник должен правильно-

но выбрать и использовать наиболее эффективные средства повышения надёжности и долговечности.

Проблема надёжности должна решаться на всех этапах создания и эксплуатации машины.

Первоначально надёжность закладывается при проектировании машины, оборудования. Для обеспечения оптимальной надёжности и долговечности оборудования конструктор обязан на стадии проектирования предусматривать определённый их уровень, который должен гарантировать работу оборудования в течение заданного отрезка времени в определённых условиях эксплуатации при минимальных затратах на изготовление и эксплуатацию.

При изготовлении технологического оборудования её надёжность в работе зависит от качества изготовления деталей и сборочных единиц, методов контроля выпускаемой продукции, методов испытания готовой продукции и других особенностей технологического процесса. Таким образом проблема надёжности является комплексной, т.к. охватывает затраты в сфере создания и эксплуатации машины.

Отказы в машинах происходят в основном по причине износа (абразивного, усталостного, коррозионного, механического и др. на долю которых приходится 60-85% от общего количества выходов из строя и деталей. Для увеличения срока службы изнашивающихся деталей используются разнообразные конструкторские, технологические и эксплуатационные методы и приёмы. Они основываются на изменении шероховатости и твёрдости поверхностей сопряжённых элементов, режимов механической обработки, химико- или термической обработки и. т.п.

В процессе проектирования необходимо стремиться не только к снижению массы и упрощению конструкции с точки зрения технологичности, но и к повышению долговечности её деталей. Интенсификация рабочих процессов в оборудовании приводит к повышению динамических нагрузок, что вызывает поломки деталей. В результате снижается производительность технологического оборудования и увеличиваются затраты на его ремонт. Повышение в этом случае долговечности деталей путём увеличения их статической прочности (т.е. увеличения размеров и массы) без расчёта их на усталостную прочность, не имеет смысла.

Организация производства машин и технологического оборудования применяемые технологические процессы и методы контроля оказывают решающие значения на показатели их надёжности. Все компоненты технологического процесса (метод обработки, применяемое оборудование, последовательность операций, режимы обработки и др.) определяют показатели качества машины (точность, качество поверхности, механические свойства и др.).

Влияние технологического процесса на показатели надёжности машины - это сложный процесс. В ряде случаев надёжность снижается из-за нестабильности и несовершенства технологии.

Износостойкость зависит от состава, структуры и механических характеристик материалов, на которые влияют виды технологической обработки. Кроме того, износостойкость определяется геометрическими и физико-химическими параметрами поверхностного слоя, которые формируются во время выполнения технологического процесса.

На усталостную прочность деталей влияют механические свойства материалов, состояние его поверхностных слоев и наличие дефектов. При механической обработке в поверхностном слое деталей возникают растягивающие остаточные напряжения которые снижают предел выносливости. При применении технологических процессов создающих сжимающие напряжения, прочностные характеристики деталей улучшаются.

Одной из основных причин выхода из строя деталей металлургического оборудования являются поломки. Разрушение происходит вследствие возникновения опасных перегрузок, вызванных недостатком конструкции детали, дефектами технологии изготовления.

О характере поломки можно судить по излому детали. Вид излома позволяет оценить имеющиеся в детали концентраторы напряжений и характер действующих сил. К числу факторов, определяющих чувствительность стали к хрупкому разрушению, относятся геометрия и физическое состояние поверхностного слоя.

Валки холодной прокатки работают в условиях сложного напряжённого состояния. Основными причинами выхода из строя валков являются разрушение поверхностного слоя бочки, носящее контактно-усталостный характер и износ. В результате многократных плановых шлифовок снимается весь закалённый слой валка, твёрдость ещ становится недостаточной и валок необходимо заменить.

Дефекты и повреждения валков холодной прокатки при механической обработке - это кольцевые риски на внутреннем канале, подрезы в местах сопряжения, малый радиус галтелей, не выведенные волосовины и раковины, сетка шлифовальных трещин, несоответствие размеров чертежу.

Поверхностно пластическое деформирование (ППД) является эффективным средством повышения усталостной прочности, улучшения качества поверхности и износостойкости. Технологическими достоинствами упрочнения ППД являются: малая трудоёмкость, отпадает необходимость термических методов упрочнения со свойственными им недостатками.

Наклёпанный слой материала чувствителен к нагреву. Повышение темпера-

туры до 200°C мало снижает напряжение сжатия, созданное ППД, но при $t > 450^\circ\text{C}$, а в некоторых случаях до 800°C действие ППД полностью снимается.

Обкатка роликами или шариками - простой и наиболее распространённый метод ППД. Обкатка повышает предел выносливости валов на гладких участках на 20-40%, в галтелях на 60-100%, сварных валов - в 2 раза, мест концентраторов и резьб в 2-3 раза.

При упрочняющей обработке режим обкатки считается правильным, если повышение твердости составляет 24-40%, а глубина наклёпа составляет $h = (0,02-0,04)$ Бдет.

Обкатка валков прокатного стана ЖЗТМ им. Ильича повысила срок их службы на 64%, упрочнение обкаткой штоков штамповочных молотов усилием 50-1 ООЖН позволяет повысить срок их службы в 2,5-4 раза.

На качество обработки оказывает влияние исходная шероховатость. Исходная шероховатость поверхности должна быть не выше для незакалённых сталей 2,5-5,0 мкм, для закалённых 0,75-1,25 мкм.

При отделочно-упрочняющей обкатки деталей из незакалённых сталей получение минимальной шероховатости и максимального упрочнения достигается при следующих контактных давлениях: МПа 1600-1800 для мягких сталей (20), 1800-2000 для сталей средней твёрдости (45) и 2000-2200 для твёрдых сталей.

Если производится только чистовая отделочная обкатка, то давление может быть снижено, при этом получаем шероховатость $R_a = 0.63-0.32$ мкм. Подача 5-10 мм/об применимы на токарных станках с высотой центров 750-2500 мм и на крупных карусельных станках.

Основными причинами выхода из строя стальных прокатных валков горячей прокатки являются: износ катающей поверхности, контактно-усталостное выкрашивание отдельных участков поверхности и поломки. Рабочие валки среднего листового стана 1600 диаметром 520 мм упрочняли одно роликовым приспособлением (диаметр ролика 120 мм, $11\text{пр} = 12$ мм) установлены в суппорте вальцетокарного станка, а также вибрирующим роликом. Глубина упрочнения от статического вдавливания ролика достигает $h = 3.5$ мм, вибрирующим роликом $h = 12$ мм.

Карагандинским политехническим институтом совместно с Карметкомбинатом разработаны принципиально новые конструкции для упрочнения чистовой обработки рабочих и опорных валков прокатного стана 1700. Отличительной особенностью их является комбинированное воздействие усилия статического давления (обкатывания) энергии и частоты ударных импульсов, что позволяет значительно снизить усилие обкатки и повысить износостойкость и усталостную прочность валков стана 1700.

В зависимости от характера эксплуатации валков разработанные (ГИО) могут работать в трёх режимах:

- упрочняющая обработка, характеризующаяся высоким давлением на ролик и большой глубиной упрочнённого слоя до 10мм и выше, в зависимости от диаметра валков при этом твёрдость поверхностного слоя повышается на 40-60%;

- чистовая обработка, характеризующая низкой шероховатостью $Ra=0,32$ - $0,05$ мкм при этом обеспечивается однородность микроструктуры поверхностного слоя с наличием высоких остаточных напряжений сжатия;

- упрочняющая чистовая обработка характеризующаяся обеспечением заданных параметров качества путём подбора оптимальных режимов обкатки и конструкции обкатных инструментов.

При упрочняющей чистовой обработке валков заготовки устанавливают в центрах станка и приводят во вращение. Обкатная гидроимпульсная головка закреплённая на продольном суппорте станка получает продольное движение от ходового винта станка, и поперечное движение от гидроцилиндра механизма статического нагружения. При включении гидросистемы рабочая жидкость под давлением, соответствующей настройке ПК поступает в поршневую полость гидроцилиндра, при этом упрочняющий ролик поджимается к валку.

При достижении давления соответствующего усилию статического поджатия включается гидроимпульсный механизм обкатного устройства. Он выполнен в виде цилиндра, разделённого перегородкой на две камеры: А- холостого хода и Б- рабочего хода. Камера Б периодически сообщается через впускные отверстия в цилиндре управления с напорной магистралью, а через регулируемый дроссель - со сливной магистралью. [1,2]

Разработанные ГИО позволяют создавать усилия статической обкатки в - 36кН и более, частоту ударных импульсов 60-120 Гц, энергию удара 30-120Дж.

По новой технологии обработаны опорные валки диаметром 1500мм из стали 9ХМФ массой 35т. В качестве инструмента применяли ролик диаметром 160мм, $R_{np}=15$ мм из стали 01Х15. В результате обкатки валков шероховатость поверхности составила 0,32мкм (исходная 6,3мкм) микротвёрдость поверхности увеличилась на 25-30%.

Стрела прогиба, верхней и нижней бочки по клетям

| Кар МК Стан 1700 | Клеть | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------------|----------------------|------|-------|-------|-----|------|-------|------|------|
| | d=700 мм рабоч | верх | -0,05 | -0,05 | . | . | -0,1 | 0,0 | +01 |
| | | ниж | -0,6 | -0,6 | 0,5 | 0,45 | -0,45 | -0,1 | -0,4 |
| D= 1500мм опорный. | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Расход чугуновых валков чистовой группы станка 1700 по причине выхода их из строя.

| Причины выхода из строя | Общее число чугуновых валков, % | |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------|
| | 1989г | 1990г |
| чугун | 1,72 | 1,58 |
| сталь | 0,32 | 0,28 |
| 1 Износ бочки | 22,1 | 13,3 |
| 2 Поломка трефа, сетка разгара | 10,7 (12,6) | 8,1 (9,6) |
| 3 Трещины | 10,5 | 6,1 |
| 4 Выкрошки | 26,2 | 16,1 |
| 5 Прижоги подшипн | 14,9 | 9,8 |
| 6 Износ шейки | 1,5 | 1,3 |
| 7 Раковины | 5,1 | 3,7 |
| Общее число чугуновых валков-616 | | |
| | До упрочнения | После упрочнения |
| 1- Износ бочки | 22,1 | 16,3 |
| 2- Износ шейки | 1,5 | 1,3 |

Наработка на валок, тыс. тонн

150

100

81,7% среднее

50

20 40 60 80 100

График износа валков

Оценка эксплуатационной стойкости валков проводилась на статистических данных в виде таблиц и графиков. На основе анализа результатов исследований разработаны рекомендации по повышению эффективности использования валков.

Фрактографические исследования поверхности валков после их эксплуатации с помощью электронного микроскопа типа BS-613 фирмы TESLA. Рентгенографический анализ фазового состава поверхности излома валкового материала выполнялась на установке УРС-55 А в СоКа - излучении в камере Дебая-Шерера Ж57,3мм при экспозиции 50 и 60 часов в ЦЗЛ КарМК.

Характеристика и причины образования дефектов.

На этапе изготовления и эксплуатации валков в нем возникают под поверхностные трещины. По мере эксплуатации валка она приближается к рабочей поверхности, как за счёт пере шлифовки так и за счёт роста трещин. При достижении критической толщины происходит откол или отслоение.

Металлографические исследования проводились на кольце отбеленного чугуна и куска отслоившегося металла от двухслойного валка ЛПХНд-62. Этот валок №85052 отслоился на глубине 60 мм с учётом съёма 4-5 мм, что составляет 50% от минимального значения глубины отбеленного слоя по ТУ на их производство.

На поверхности бочки валка наблюдаются поры и трещины по границе зёрен на расстоянии 15-20мм усталости расположенные под углом 90° на глубине до 50 мм.

На КарМК не достаточен запас валков с учётом естественного старения 6 месяцев, съём шлифованных валков 10-12 клетей составляет 0,2-0,3 мм, что недостаточно для полного удаления микротрещин. Валки вводятся в эксплуатацию через 1,5-2 месяца после изготовления. Запас валков составляет 140-160 при норме 350 валков.

Рекомендации по применению валков прокатных станов:

- рекомендуется ввод в клетки 10-12 двухслойного валков использования ЛПХНд-72 в клетки 6-8 ЛПХНд-62, ЛП58.
- увеличить съём при пере шлифовке рабочих валков клетки 9-12 до 0,6-0,8 для обеспечения снятия повреждённого слоя.
- произвести симметричное профилирование верхних и нижних валков.
- предварительный подогрев в течение 2-3 часа.

ЛИТЕРАТУРА

1 Олжабаев Р.О., Эйдельман В.М., Ли А.В. Устройства для упрочняюще - чистовой обкатки валков /Металлург, 1986, №5, с.33-34 /;

2 Олжабаев Р.О., Кудрявцев И.В. Гидроимпульсные силовые головки для поверхностного упрочнения деталей машин / Вестник машиностроения, 1987, №4, с. 23-24 /.

В УДК 621.43.01:536.7

|| НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ВЫВОДУ УРАВНЕНИЯ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПРОЦЕССА || СГОРАНИЯ В ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

||| В. В. РЫНДИЛН

Павлодарский государственный университет

/ им. С. Торайгырова

|||| *Мақалада әртүрлі символдарды қолдана отырып зат мөлшерін және отын бойынша меншікті зат мөлшерін физикалық гиамаларды*
||| *жіктеу өткізілді.*

|||| *Проводится разграничение между физическими величинами*
||| *количеством вещества, кмоль, стоящим в уравнении состояния, и удельным по топливу количеством вещества, кмоль / кг топл, стоящим в уравнении энергии для процесса сгорания, путём введения различных символов для обозначения этих величия*

The demarcation between physical values by quantity of substance, kmol, standing in an equation of state, and by specific on fuel by quantity of substance, kmol / kg fuel, standing in the equation of energy for process of combustion, is given by introduction of different symbols of these values.

Выполнить термодинамический расчёт реального рабочего процесса двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с учётом всей совокупности потерь, связанных с неполнотой и несвоевременностью сгорания, диссоциацией и теплоотдачей в стенки на практике крайне сложно. Поэтому в приближённых практических расчётах пользуются рядом допущений.

Действительную сложную зависимость характеристики подвода (использования) теплоты заменяют при расчётах подводом теплоты в элементарных процессах - изохорном и изобарном. В расчётной схеме цикла двигателя с самовоспламенением от сжатия теплота подводится к рабочему телу (РТ) в изохорном процессе sz и изобарном процессе $z'z$ (рисунок 1).

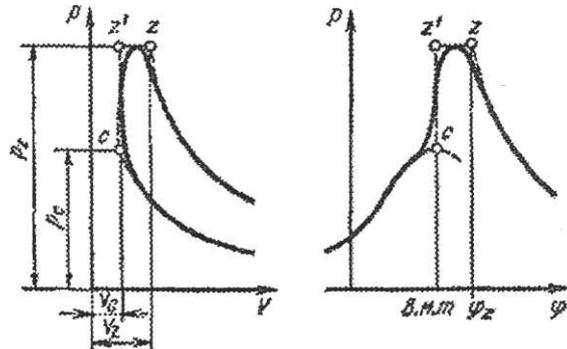


Рисунок 1

Уравнение энергии для процесса сгорания получают из уравнения первого закона термодинамики (ПЗТ). Особенности символики и терминологии, используемой в теории двигателей внутреннего сгорания при выводе этого уравнения, рассмотрим на примере двух контекстов.

«Для 1 кг топлива согласно ПНТ имеем

$$Q_{cz} = \hat{H}_u = U_z - U_c + l_{z,z} \quad (1)$$

N

В случае цикла со смешанным подводом теплоты можно записать это выражение в развёрнутом виде:

$$\eta_{z} H_u \text{ и } (M_2 + M_X) U_z - m_x u_c - m_z u'_z + l_{z,z} \quad (2)$$

где η_z - коэффициент использования теплоты на участке cz

H_u - низшая теплота сгорания топлива;

U'' и U''' - внутренняя энергия 1 кмоль продуктов сгорания соответственно при температуре в точках z и c ;

U_c - внутренняя энергия 1 кмоль свежего заряда в точке c ;

M_v , M_r , M_2 - количество (в кмоль) соответственно свежего заряда, остаточных газов и продуктов сгорания на 1 кг введённого топлива.

Работа газов в период сгорания на участке $z'z$

Так как $p_{z'} = X p_c$, то $l_{z'z} = p_z V_z - \kappa p_c V_c$ (3)

Используя характеристическое уравнение, отнесённое к 1 кмолью газа

$$pV = \text{ШАТ}, \tag{4}$$

можно выразить произведённую работу (Дж) через количество рабочего тела и его температуру до и после сгорания:

$$u_z = 8314[(M_2 + M_T)\Gamma_T - \alpha(M_{I+M_T})T_C]. \tag{5}$$

После подстановки выражения (5) в уравнение (2) и некоторых преобразований получаем

$$\%_z H_U + M_z u_c + M_x u''_c + 8314(M_2 + M_T)X T_c = (M_2 + M_T)U + 8314(M_2 + M_m)T_7 - \tag{6}$$

Учитывая, что $MJM_X = \gamma_{ост}$ и $(M_2 + M_T)/(M_I + M_T) = \alpha_d$ (где α_d - действительный коэффициент молекулярного изменения), можно представить уравнение (6) в виде

$$M \cdot \frac{H}{1 + \gamma_{ост}} + \frac{8314 \cdot X \cdot T_c}{1 + \gamma_{ост}} = \frac{j \cdot r \cdot j'' + 83147}{D} \cdot \alpha_d \cdot \pi \cdot c \cdot 1321 \tag{7}$$

«Количество теплоты, подведённой к РТ на участке видимого сгорания cz , оценивают по опытным характеристикам использования теплоты

$$Q_{cz} = \text{бисп} = \alpha_{ГБВВЩ.Ц} = \alpha_{ХРи\delta m.ц'} \tag{^}$$

где X - коэффициент выделения теплоты.

В расчёте используются два основных уравнения: уравнение ГОТ для участка видимого сгорания cz :

$$Q_{cz} = U_z \cdot U_c + L_{cz}, \tag{9}$$

и уравнение Клапейрона - Менделеева, записанное для газов в объёме цилиндра U в точке 2: $p_z V_z = R_{гЛ} M_z T_z$. $\tag{10}$

Приращение полной ВЭ газов в цилиндре на участке видимого сгорания запишем в виде

$$u_z \cdot U_c = u_{znc} M_z - u_{cжс} M_c = \alpha_{z,c} (M_{2ц} + M_z) - \alpha_{ссм} (M_{Iц} + M_z).$$

После подстановки его и выражения (8) в исходное уравнение (9) получим

$$Q_{21} X^{H_2} u_{\delta_{T_{1c}} - \delta_{T_{2c}}} (M_{2c} + M_r) - M_{c_{cm}} (L\Gamma_{1c} + \Pi/\Gamma) + i_{1c} \quad (И)$$

Используя известное выражение работы обратимого процесса, найдём работу газов в изобарном процессе:

$$L_{cz} = \int_{V_c}^{V_z} p dV = p_z V_z - p_c V_c = p_z V_z - X p_c V_c.$$

Исключая из выражения работы параметры p и V , применяя уравнение Клапейрона - Менделеева для газов в точках c и z (10), и получим

$$L_{cz} = M^M 2u_{1c} + M_2 T_z - (M_{1c} + M_2) T_c.$$

После подстановки L_{cz} в уравнение (11) получим,

$$+ (M_{2c} + M_r) \Gamma_z - (M_{1c} + M_r) \Gamma_c \quad \bullet \quad (12)$$

Запишем уравнение для 1 кмоль рабочей смеси, для чего разделим его почленно на $(M_{1c} + M_r) = M_{1c}(1 + \gamma) = M_j g^{1 + \gamma}$. (13)

Отношение количества РТ в конце и в начале видимого сгорания

$$(M_{2c} + M_r)/(M_{1c} + M_r) = (\alpha_0 + \gamma)/(1 + \gamma) = \alpha$$

называют коэффициентом молекулярного изменения рабочей смеси.

После перестановки членов с известными $u_{c_{cm}}$ и T_e в левую часть уравнения получим

$$[M_2(1 + \gamma)] + \kappa_{c_{cm}} + XR/C = \eta_{(i_{21c} + R^{\wedge} T_z)} \ll [2, \text{стр. 153}] \quad (14)$$

Из анализа этих контекстов следует, что под одинаковыми символами здесь понимаются различные величины. Например, в уравнении ПЗТ (1), которое можно получить из (9) путём деления всех его членов на массу топлива g все величины, в том числе Γ_7 и U , имеют единицу Дж / кг топл. Однако в (2) под символом U_c (согласно его расшифровке) уже понимается молярная БЭ, Дж / кмоль, а под l_{2y} (согласно пояснениям авторов) понимается полная работа, Дж (в соответствии с уравнением единица этой работы Дж / кг.топл). В (3) в качестве единицы объёма Уберётся $m^3 / \text{кг топл}$, а в уравнении состояния (4) под V следует понимать молярный объём, $m^3 / \text{кмоль}$.

Похожая несуразность была и в термодинамике, когда полный и удельный объёмы имели одинаковое обозначение V . Поэтому утверждение типа «для 1 кг газа уравнение состояния имеет вид $pV = RT$ », считается некорректным, а правильная запись уравнения состояния через удельный объём имеет вид $p v = RT$.

Наибольшие затруднения связаны с толкованием величины M . Если в (2) M - количество (в кмоль) газов на 1 кг введённого в двигатель топлива, т. е. единица этой величины кмоль / кг топл, то в уравнении состояния (10) под M уже понимается количество вещества газа (кмоль), которое обычно обозначается символами ν или Γ .

Если в уравнении (2) в качестве единицы величин M и M_j берётся кмоль / кг - топл, то в (13) M имеет единицу кмсш, а $M_l = M_{lc} / g$ - кмоль / кг топл. Поскольку масса (доза) топлива подаваемого в цилиндр за цикл неравна 1 кг, ю п $M_l * M_{lc}$ даже численно. Следовательно, это разные величины, как разные величины теплота Q , Дж, и удельная теплота сгорания топлива $H_u = Q / \#_{mp}$, Дж / кг топл, или объём V , м³ и удельный объём ν , м³ / кг. Почему же тогда они обозначаются одинаковым символом M ? Ясного ответа в теории горения мы не найдём: просто так принято и ничего лучшего не предлагается.

В соответствии с уравнением состояния $pV = \nu R T$ в уравнении (10) под M понимается количество вещества ν , кмоль. Но, зачем брать символ M для количества вещества, если в физике этим символом принято обозначать молярную массу $M = \tau / n$, кг / кмоль. Дело в том, что в теории ДВС символом τ (массы в физике) обозначена молярная масса: «Если обозначить молярную массу топлива через m_m , то количество горючей смеси в кмоль на 1 кг топлива [2, с. 29]

$$M_x = c\tau L_0 + l/m_T \quad (15)$$

Поскольку молярная масса топлива $m_T = G_T / \nu_T$, кг / кмоль (где G_T - масса топлива), то в (15) $M_x = aL_0 + \nu_T / G_T$, все величины имеют единицу кмоль / кг топл. Следовательно, в теории горения следует различать как количество вещества газа, входящее в уравнение состояния (10) и которое должно обозначаться символом (ν или Γ), так и удельное по топливу количество вещества газа (смеси), входящее в уравнение (15) и, которое также должно обозначаться иным символом, чем символ молярной массы в физике M (например, d).

В соответствии с рекомендациями по обозначению величин [3] и их наименованию [4] целесообразно для массы и молярной массы оставить принятые в физике символы m и M , а для количества вещества ввести символ M_x , согласующийся с обозначением молярных величин, например, молярной газовой постоянной $\hat{U} = i \tau_{\text{тела}} / (Y \text{ или молярной внутренней энергии } U^{\wedge} = U / \nu_x$. Для обо-

значения работы в соответствии с международными рекомендациями [5] используем символ W (для обозначения скорости используется символ c). Ниже даётся вывод уравнения ПЗТ для процесса сгорания с учётом принятых обозначений величин.

Согласно ПЗТ для закрытой системы эффективная (внешняя) теплота идёт на изменение ВЭ рабочего тела и на совершение эффективной (внешней) работы

$$\dot{Q}^e = \dot{u} + \dot{W}^e - \dot{Q}_{cz} = U_z - u_c + \dot{F}_{C2}. \quad (16)$$

Эффективная (использованная) теплота - количество тепла, подведённого к РТ на участке видимого сгорания cz , - определяется как разность выделившейся при сгорании топлива теплоты и отданной в стенки цилиндра за цикл:

$$\dot{Q}^e = \dot{Q}_{исп} = \dot{Q}_{cz} \sim \dot{Q}_{выд.ц} \sim \dot{Q}_{СТ} \sim \dot{Q}_{бвыд.ц} \quad (\text{X})$$

где $\eta = (2_{исп} / \dot{Q}_{выд.ц})$ - коэффициент использования теплоты на участке cz .

Значения коэффициента использования теплоты в процессе cz для номинального режима работы двигателей лежат в пределах [2]:

Двигатели с принудительным воспламенением:

бензиновые 0,80-0,90;

газовые 0,80-0,85.

Двигатели с самовоспламенением от сжатия 0,65 - 0,80.

В результате сгорания цикловой дозы топлива массой m в цилиндре двигателя выделяется теплота, меньшая высшей теплоты сгорания $\dot{Q}_{нц} =$ Это связано с неполным сгоранием (недогоранием) топлива и с потерями части теплоты при диссоциации молекул, протекающей с поглощением теплоты:

$$\dot{Q}_{выд.ц} = \dot{Q}_{г.ц} - \dot{Q}_{нед} - \dot{Q}_{дис} = \dot{Q}_{г.ц} \cdot \eta \quad (18)$$

где $\eta = \dot{Q}_{выд.ц} / \dot{Q}_{г.ц}$ - коэффициент выделения теплоты при сгорании цикловой дозы топлива.

Согласно (17) и (18) эффективная (использованная) теплота

$$\dot{Q}^e = \dot{Q}_{cz} = \dot{Q}_{исп} = \eta \cdot \dot{Q}_{г.ц} \quad (19)$$

В качестве рабочего тела рассматривается смесь идеальных газов. В точке с смесь состоит из свежего заряда количеством вещества (молярностью) n_1

и остаточных газов x_r : $\alpha_c = \alpha + \beta_r$. В точке z смесь состоит из продуктов сгорания α , и остаточных газов β_r : $\alpha_z = \alpha_2 + \beta_r$.

Приращение полной внутренней энергии газов в цилиндре запишем через молярные внутренние энергии U_c , Дж / кмоль и количества вещества M , кмоль:

$$i_{г} - i_{с} = i_{цz} n_z - i_{цc} n_c = \quad (i_2 + \alpha_r) - iU \quad (M + \beta_r) \cdot$$

После подстановки его и выражения (19) в исходное уравнение (16) получим

$$X H_{um} = U_{mc} (i_2 + \beta_r) - U + \alpha_r + W_{cz}. \quad (20)$$

Внешняя работа W^c , получаемая на внешней стороне поршня, принимается равной внутренней работе изменения объёма газа (работа трения поршня и другие потери учитываются с помощью механического КПД двигателя):

$$W_{cz} \ll \int_{V_c} p dV = p_z V_z - p_c V_c = p_z V_z - \alpha p_c V_c \quad (21)$$

где $\alpha = p_z / p_c$ - степень повышения давления при сгорании.

Используя уравнение состояния $pV = \quad$; исключим из выражения работы произведения pV в точках $с$ и z

$$W_{cz} = R M (i_2 + \beta_r) T_z - \alpha (i_1 + \beta_r) T_c \cdot$$

После подстановки W_a в уравнение (20) получим

$$X H_{um} = U_{Mz} (i_2 + \beta_r) - U + M + (L_r) + L D \alpha_2 + p_r T_z - M D (i_1 + \beta_r) T_c. \quad (22)$$

Перейдём в уравнении (22) от баланса энергий к балансу молярных энергий, для чего разделим его почленно на количество вещества в точке $с$

$$i_c = (i_1 + i_m) = i_1 (1 + \gamma), \quad (23)$$

где $\gamma = \beta_r / \quad$ - коэффициент остаточных газов.

Отношение количества вещества рабочего тела в точках z и $с$

$$(i_2 + \beta_r) / (i_1 + \beta_r) = \quad = \Theta$$

называют коэффициентом молярного (молекулярного) изменения рабочей смеси. После перестановки членов с известными U_{MC} и Γ в левую часть уравнения (22) получим

$$C_2 K H u^{m.n} / [1 + Y] + U_{fc} + \dots = \dots + R_U T_Z) . \quad (24)$$

Молярная внутренняя энергия рабочей смеси свежего заряда (индекс 1) с остаточными газами (индексы γ и 2, так как состав остаточных газов и продуктов сгорания одинаков и $U_{f2} = U_{f1} = \dots \Gamma$) в точке c будет равна сумме произведений молярных (объёмных) долей на молярные внутренние энергии

$$+^X P_{ц2c} \dots + \gamma C_{v,2c} / (1 + T) - \dots \quad (25)$$

Поскольку производные величины, получаемые от деления основных величин на массу, принято называть удельными величинами (на объём - объёмными, на количество вещества - молярными), то отношение количества вещества газа к массе топлива следует называть *удельным по топливу количеством вещества* (удельной по топливу молярностью). Как уже отмечалось, символ M для обозначения этой величины не годится, так как им в физике обозначается молярная масса. В качестве другого символа можно выбрать символ d , который не совпадает с обозначениями массы m , молярной массы M и количества вещества (молярности) ν . С учётом этого, удельное по топливу количество вещества свежего заряда $\kappa_{моль} / \text{кг топл}$, выразится в виде

$$A_e = \nu / m_{TЦ} . \quad (26)$$

Подставляя (25) и (26) в (24) и учитывая, что в расчёте цикла дизеля обычно принимают сгорание полным и коэффициент выделения теплоты $\eta = 1$, получим уравнение сгорания (ПЗТ) в виде

$$T_A \wedge \left(\frac{C_2 + \dots}{1 + Y} \right)^{\dots} \left(\frac{1 + \dots}{1 + Y} \right)^{\dots} + \dots \Gamma \dots \sqrt{27}$$

В случае процесса сгорания в двигателе с принудительным воспламенением процесс сгорания cz - изохора ($Y = Y$) и работа изменения объёма W , определяемая выражением (21), равна нулю. В изохорном процессе вся теплота, подведённая к РТ, расходуется согласно (16) на изменение внутренней энергии

гии: $= U - U'$ Отбрасывая в уравнении (27) члены, входящие в состав работы (содержащие температуру), и учитывая, что в случае работы двигателя на обогащенной смеси (коэффициент избытка воздуха $a < 1$) происходит неполное сгорание топлива и коэффициент выделения теплоты $\eta < 1$, получим уравнение сгорания (ПЗТ) для бензинового двигателя в упрощённом виде:

$$A, (1 + u_j) \frac{u_{1c} + u_{2c}}{1 + \gamma} \quad p_{7c}$$

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Автомобильные двигатели: Учеб. для вузов / Под ред. М. С. Ховаха. - М.: Машиностроение, 1977. - 591 е.: ил.
- 2 Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» / С.И. Ефимов, Н. А. Иващенко, В.И. Ивин и др.; Под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова.-3-еизд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1985 -456 е., ил.
- 3 Рындин В.В., Рындина Д.В. Единая система буквенных обозначений величин //Наука и техника Казахстана. - 2003. - № 4. - С. 23 -34.
- 4 Рындин В.В., Рындина Д.В. О физических величинах, используемых в термодинамике //Наука и техника Казахстана. - 2003. - № 3. - С. 7-18.
- 5 Бэр Г. Д. Техническая термодинамика. Теоретические основы и технические приложения//Пер. с нем. - М.: Мир, 1977. - 518 е.: ил.

N
УДК621.771 (574.25)

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОКАТНОГО И ПРОИЗВОДСТВА В ПАВЛОДАРСКОМ РЕГИОНЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Р.И. Сержанов, А.В. Богомолов

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

ЦЦ *Мақалада Павлодар өңіріндегі жаңа металлургиялық кәсіпорын*
t|ff *«Кастинг» ЖШС Павлодар филиалы туралы мағлұмат келтірілген.*
|||| *Аппаратты пғалдау негізінде кәсіпорынның дамуы және шіәмдеу өнімінің*
||§§ *сапасын арттыру тәсілдері ұсынылған.*

|||| *В данной статье приводятся сведения о новом металлургическом*
III! *предприятии Павлодарского региона - ПФ ТОО «Кастинг». На*
основании обзорной информации проанализированы перспективы
развития предприятия, предложены способы повышения качества
прокатной продукции.

In given article happen to the information about new metallurgical enterprise Pavlodars region - Pavlodars branch Company with limited liability «Casting». On the grounds of overview information are analyses prospects of the development of the enterprise, offered ways of increasing quality to rolling product.

Еще пять лет назад прокатное производство в Павлодаре не существовало. Началом его формирования можно считать 2001 год, когда новое руководство, пришедшее к управлению предприятием, организовало Павлодарский филиал ТОО «Кастинг» на базе цехов литейно-кузнечного производства АО «Павлодартрактор». Современное состояние металлургического производства в регионе можно кратко охарактеризовать следующим образом. Павлодарский филиал ТОО «Кастинг» размещен на площадях главного производственного корпуса (бывшего сталелитейного цеха №1) и цеха подготовки шихты (бывший кузнечный цех №3). В состав основного производства завода входят три производственных цеха - шихтовый, плавильный и прокатный.

Цех подготовки шихты обеспечен грузоподъемным и металлорежущим оборудованием. В работе используются:

- электрические мостовые краны,
- экскаваторы для выгрузки металла из вагонов и автомашин;
- для технологической переработки металла используются гидравлические ножницы усилием ЮОт.с. и производительностью 3тн/час и другое оборудование.

Сталеплавильный цех включает в себя следующие участки:

- шихтовый двор;
- печной пролет;
- участок внепечной обработки стали;
- ковшевой участок;
- машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

Шихтовый двор оснащен грузоподъемным и металлорежущим оборудованием. В работе используются:

- электрические мостовые краны,
- электрические тележки,
- грейферы и магнитные шайбы;
- щековая дробилка,
- электрические тали;
- газовые установки для разделки крупногабаритного лома;
- другое технологическое оборудование.

В состав печного пролета входят:

- три электродуговые сталеплавильные печи ДСП-25 с водоохлаждаемыми стенами и сводом. В сталеплавильных печах производится расплавление металлического лома в результате нагрева до температуры 1650 °С, удаление вредных примесей фосфора и неметаллических веществ;
- электрические мостовые краны и электрические тельферы;
- бады загрузочные;
- стальковши и промежуточные ковши;
- стенды для сушки стальковшей, стенды для подогрева стальковшей и промежуточных ковшей;
- машина непрерывного литья заготовок.

Участок внепечной обработки стали состоит из двух установок внепечной обработки стали печь-ковш, на которых расплавленный металл доводится до требуемого химического состава присадками ферросплавов, продувкой азотом и нагрева до требуемой температуры перед подачей на МНЛЗ.

На ковшевом участке футеруют, сушат и проводят межплавочное обслуживание сталеразливочных ковшей емкостью 25 тонн и промежуточных ковшей емкостью 9,5 тонн.

Применяется трехручьева машина непрерывного литья заготовок, радиального типа с радиусом изгибающего сектора шесть метров, что позволяет получать непрерывно-литую заготовку сечением 100x100, 125x125, 150x150 мм.

МН13 состоит из:

- стальной ковша, промежуточного ковша;
- кристаллизатора;
- механизма качания кристаллизатора;
- секции вторичного охлаждения;
- клетей тянущих правильного устройства с гидравлическим прижимом;
- ножниц горячей резки для деления непрерывного слитка на мерные длины;
- системы охлаждения кристаллизатора, вторичного охлаждения и охлаждения оборудования.

Прокатное отделение включает среднесортный стан 500, шаропрокатный стан и мелкосортный непрерывный стан 300.

Среднесортный стан 500 предназначен для прокатки круглой стали диаметром 40-100 мм по ГОСТ 2590-89.

В состав основного технологического оборудования среднесортного стана 500 входят:

- двухзонная методическая нагревательная печь, с торцевой подачей и боковой выдачей заготовок производительностью 25 тонн в час. Печь оснащена рекуператорами, имеет 13 горелок, в том числе 10 боковых и 3 торцевых.
- асинхронный двигатель мощностью 2200 кВт, число оборотов 594 об/мин,
- шестеренная трехвалковая клеть с межцентровым расстоянием 350 мм с шевронным соединением;
- две трехвалковые клетки «трио»;
- клеть «дуо»;
- пила горячей резки.

В состав вспомогательного оборудования входят:

- манипуляторы для кантовки прокатываемой полосы на 90°;
- подъемно-качающиеся столы,
- транспортирующие рольганги для подачи заготовок на последующие технологические операции;
- устройство охлаждения и пакетирования готового проката;
- электрические мостовые краны грузоподъемностью 10 тонн.

Основное оборудование Мелкосортного стана 300 включает:

- промежуточную группу из шести рабочих двухвалковых клетей горизонтального исполнения;

- чистовую непрерывную группу из шести рабочих двухвалковых клетей горизонтального исполнения;

- ножницы холодной резки проката на мерные длины.

Вспомогательное оборудование мелкосортного стана 300 включает:

- рольганги для подачи заготовок на последующие технологические операции;
- аварийные летучие ножницы между группами рабочих клетей;
- устройство для охлаждения и пакетирования готового проката;
- электрические мостовые краны грузоподъемностью 10 тонн;

Шаропрокатный стан используется для производства стальных мелющих шаров для мельниц по ГОСТ 7524-89. Диаметр получаемых шаров составляет 40-100 мм. Основное оборудование включает:

- методическую печь с рекуператорами для нагрева заготовок;
- двухвалковую рабочую клеть;
- закалочное устройство для термической обработки готовых шаров.

Вспомогательное оборудование шаропрокатного стана включает:

- рольганги для загрузки и разгрузки нагревательной печи;
- охлаждающие устройства;
- ковшевой элеватор для передачи шаров от рабочей клетки к закалочному устройству;

- сборники для готовых шаров;
- электрические мостовые краны грузоподъемностью 10 тонн.

Для производства круглого проката диаметром 5.5 - 12 мм по ГОСТ 3590-88 и периодического профиля для армирования железобетонных конструкций диаметром 6-12 мм по ГОСТ 5781-82 предназначен проволочный блок, включающий:

- четыре прокатных устройства (два с горизонтальными валками и два с вертикальными);
- устройство для формирования петли для последующего формирования бухты;
- устройства и механизмы для охлаждения катанки после бухты;
- конвейер для транспортировки.

В целом, прокатное предприятие уже сегодня располагает оборудованием для производства 300 тыс. тонн стали в год, в том числе 100 тыс. тонн сортового проката, 40 тыс. тонн помольных шаров в год. После ввода в эксплуатацию новых производственных мощностей в 2006 году по планам развития предприятия производство стали составит 1,1 млн. тонн стали, 500 тыс. тонн сортового проката в год, что выведет ТОО «Кастинг» в ряд основных металлургических предприятий Казахстана.

Новые производственные мощности (дочерняя компания фирмы «Кастинг»-«БКВ-груп») будут размещены на неиспользуемых площадях АО «Павло-

дартрактор». На данной территории планируется организовать трубопрокатное производство для обеспечения трубами нефтяной и газовой промышленности Казахстана.

Для обеспечения данного производства стальными заготовками планируется использовать электросталеплавильный цех №2. В частности, в данном цехе будет установлено новое мощное высокопроизводительное оборудование: дуговая сталеплавильная печь емкостью 60 тонн, новая машина непрерывного литья заготовок.

Активно расширяется производство и во вспомогательных цехах предприятия: кузнечном, модельном, ремонтно-механическом, участке нестандартного литья (ремонтно-литейном).

Реализация основных положений жилищной программы, изложенных в послании Президента Республики Казахстан народу Казахстана от 18.02.2005 г. вызовет бурный рост строительной индустрии и производства железобетонных изделий. Поэтому, в связи с предстоящим ростом производства арматурного проката, вопросы обеспечения качества металлургической продукции приобретут особую актуальность.

Вместе с тем, быстро развивающееся производство имеет ряд проблем. Главными среди них являются качество арматурного проката и недостаточная стойкость валков прокатных станов.

Вопросы повышения качества продукции являются основными для любого производства. Авторы ранее уже поднимали эту проблему на конференции с международным участием «Интеграция науки и промышленности - решающий фактор в развитии экономики Республики Казахстан». [1].

Качество проката формируется в процессе всего технологического цикла производства, начиная от выплавки стали и заканчивая отделкой полупродукта или готового проката. Применительно к практике работы прокатных цехов качество продукции должно отвечать трем основным требованиям: обеспечивать минимальные потери металла в виде брака при производстве проката; соответствовать всем показателям, регламентированным государственными стандартами техническими условиями; наиболее полно удовлетворять запросы потребителей.

Обнаруженные в процессе контроля дефекты обычно разделяют на два вида (по ГОСТ 20847-75): 1) дефекты, образование которых связано с нарушением технологии выплавки, разливки и охлаждения литых заготовок, - это дефекты металлургического происхождения; 2) дефекты, связанные с нарушением технологии нагрева, прокатки, охлаждения и отделки проката, - это дефекты прокатного происхождения.

Известно, что периодически имеет место брак арматурного проката по несоответствию механических свойств, а также макро- и микроструктуре готового металла. Это связано с тем, что при формировании периодического профиля происходит сложное течение металла в полном объеме [2]. Дефекты прокатной продукции в большинстве случаев определяются качеством исходной непрерывно-литой заготовки.

Для формирования заданной структуры и механических свойств готового проката целесообразно ввести термическую обработку проката, причем в результате осуществления термического упрочнения с прокатного нагрева имеется реальная возможность повысить механические свойства (прочность и вязкость при сохранении пластичности) до уровня, при котором арматура будет соответствовать другому, более высокому классу прочности (А-TV, А-V).

Точное регулирование уровня свойств стали можно осуществить регулированием теплового режима за счет изменения давления воды и ее расхода в блоке окончательного охлаждения. Авторами проводятся определенные исследования в этом направлении [3].

В настоящее время доказана эффективность использования упрочняющей термической обработки для таких массовых видов сортового проката, как стержневая арматура [1].

Таким образом, упрочнение является не только эффективным способом получения высокопрочных арматурных стержней из низколегированных марок сталей, но и эффективным способом повышения прочности стержней из углеродистой стали до уровня прочности стержней из низколегированной стали в горячекатанном состоянии.

Стоит напомнить руководству ПФ ТОО «Кастинг», что в ПТУ им. С. Торайгырова на кафедре металлургии на базе освоенной специальности 250440 «Машины и технология обработки металлов давлением» можно готовить специалистов по прокатному производству и решать проблемы качества выпускаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Канаев А.Т., Богомолов А.В., Сержанов Р.И. Повышение качества проката путем термического упрочнения. Материалы научно-практической конференции с международным участием «Интеграция науки и промышленности - решающий фактор в развитии экономики Республики Казахстан», - Павлодар, 2005, Т.2, с.34-40.
2. Канаев А.Т., Богомолов А.В., Сержанов Р.И. О методе линий скольжения. - Вестник ПаУ, № 1, - Павлодар, 2005, с. 146-149.

3. Канаев А.Т., Богомолов А. В., Быков П.О., Сержанов Р.И. Создание физической модели кристаллизатора - Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, №2, - Астана, 2005, с.135-138.

IP УДК 666.646.34

**ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЭКОЛОГИЮ РЕГИОНА
II ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ТОПЛИВНО-
11 ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И
j ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

В.Т.Станевич, М.К.Кудерин, Ж.К. Орынтаев,

Р.С. Батырханова

Павлодарский государственный университет

им. С.Торайгырова

А.Ю.Столбоушкин

Сибирский государственный индустриальный университет,

г. Новокузнецк

*Мақалада бақылаусыз қорланудың мүмкіндік зардаптары мен қор-
ишған ортаға техногенді әсерлері экологиялық аспектілері өнеркәсіптің
цалдығында жумысы қаралған.*

*В работе рассмотрены экологические аспекты воздействия техно-
генных промышленных отходов на окружающую среду и возможные по-
следствия дальнейшего их бесконтрольного накопления.*

*The article is devoted to the questions of accumulation of hard industri-
al wastes in the Pavlodar-Ekibastuz region and possible ways of their
salvaging. The work considers the ecological aspects of influence of industrial
wastes on environment and possible consequences of their further uncon-
trolled accumulation.*

Ч

На современном этапе развития промышленности уровень образования техногенных отходов достаточно велик. Особенно это характерно для Павлодарской области, где расположены такие крупные предприятия, как крупнейшая в мире электростанция ТОО «АЭС СТ Экибастуз» (бывшая Экибастузская ГРЭС-1), электростанции АО «Экибастузская ГРЭС-2» и АО «Евроазиатская энергетическая корпорация» (Аксукая ГРЭС), ТЭЦ и алюминиевый завод АО «Алюминий Казахстана», Павлодарские ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3, угольный разрез ТОО «Богатырь Аксес Комир», Аксуский ферросплавный завод, угольные разрезы ТОО «Разрез Северный» и «Разрез Восточный» АО «ЕЭК», заводы АО «ПНХЗ» и

АО «Павлодарский химический завод», рудники СП «Майкубень Вест» и «Керегетас», АО «Алюминий Казахстана» и др.

При этом необходимо учитывать, что большинство предприятий функционируют уже несколько десятилетий, в результате чего произошло значительное накопление отходов. Растущие объемы отходов энергетической и угольной промышленности осложняют экологическую обстановку в районах вблизи угольных разрезов, тепловых электростанций, рудников и крупных шахт. Однако, при хозяйственном подходе значительную часть этих отходов можно утилизировать в строительстве, в сельском хозяйстве (для раскисления почв), а также для производства строительных материалов.

Общее количество размещенных в 2004 году на территории области отходов составило более 60 млн. тонн, в том числе 8960,0 тыс. тонн золошлаков, 46560,0 тыс. м³ вскрышных пород, 2260,0 тыс. тонн различных шлаков и шламов, более 350 тыс. тонн бытовых и прочих твердых промышленных отходов [1].

Как видно, основную часть в общем годовом объеме сброшенных в окружающую среду твердых отходов составляют отходы предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК) - угольных разрезов (более 80%) и теплоэлектростанций (15,5%) [1].

Существующая на Экибастузском месторождении технология добычи угля сопровождается значительным выходом отходов производства - вскрышных пород. На сегодняшний день в области накоплено более 2,6 млрд.м³ вскрышных пород [1]. Для размещения породы требуются значительные земельные площади. Отвалы вскрышных пород Экибастузскош угольного бассейна занимают около 10 тыс. гектаров земли и имеют высоту от 30-40 до 100 м. Они нарушают природные ландшафты, оказывают загрязняющее воздействие на окружающую среду.

Слагающие отвал породы являются:

- источником механического загрязнения прилегающих земель;
- угольные примеси, часто самовозгорающиеся, загрязняют атмосферу, а при разложении таких примесей, как пирит, при водной эрозии образуются фитотоксичные потоки.

В зоне действия отвалов продуктивность растительного покрова значительно снижена. Выбросы горящих отвалов представлены такими газами, как окись углерода, сернистый ангидрид, окислы азота, сероводород и др. Отвалы являются также источником интенсивного пылеобразования. Отрицательное воздействие вскрышные породы оказывают на подземные воды. Твердые отходы тепловых электростанций также занимают большие территории. В области 35600 гектаров земель занято под отвалы (для сравнения площадь города Павлодара приблизительно 30000 гектар). Общая масса золошлаков составляет более 200

млн.тонн (что составляет 5 % от общего числа всех твердых отходов, находящихся на территории Павлодарской области) [1].

Наличие золоотвалов ведет к загрязнению атмосферы, почвы, подземных вод. В результате неправильной эксплуатации золоотвалов, происходит их пыление, что ведет к загрязнению воздушного бассейна. Содержание пыли в районах золоотвалов во много раз превышает ПДК. Также в городах Павлодаре и Экибастузе актуальна проблема подъема уровня грунтовых вод и их загрязнения в результате чрезмерного наращивания высоты золоотвалов. Так, высота действующего золоотвала Павлодарской ТЭЦ-3 достигает 18 м от уровня земли, что более чем на 10 м превышает проектное значение.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют об актуальности изыскания путей снижения отрицательного влияния твердых отходов предприятий угледобычи и энергетики на окружающую природную среду.

Одним из способов утилизации твердых отходов топливно-энергетического комплекса является их использование в качестве строительных материалов или сырья для их получения.

Кроме решений экологических проблем, этот путь позволяет улучшить технико-экономические показатели как предприятий, производителей отходов, так и предприятий, утилизирующих эти отходы. Экономическое значение проблемы использования вторичных материальных ресурсов состоит в том, что правильное ее решение позволяет:

- увеличить сырьевые ресурсы, восполнив недостаток природного сырья;
- предупредить потери больших площадей земель, в том числе ценных для сельскохозяйственного производства, занимаемых отвалами отходов и попутных продуктов, и тем самым избежать больших затрат на создание складов, хранилищ, отвалов;
- улучшить технико-экономические показатели работы предприятий, ибо во многих случаях использование попутных продуктов, отходов позволяет интенсифицировать технологический процесс или придать новые технологические и потребительские свойства продукции;
- снизить размеры экологических платежей и штрафов предприятий;
- уменьшить загрязнение окружающей среды вредными веществами, нарушающими экологическое равновесие.

Прежде чем перейти к обзору способов реализации использования в производстве строительных материалов твердых отходов рассмотрим подробно характеристику последних.

К отходам тепловой энергетики и угольной промышленности относятся каменноугольная зола, шлаки, сланцевая зола, шахтные горелые и негорелые породы, сланцевые смолы, нефтегазовый пек, торфяная зола).

В золах тепловых электростанций (ТЭС) содержится от 12 до 30% топлива, в отходах углеобогащения и угледобычи содержание горючего составляет 20...40%. Особенно эффективно использование углесодержащих отходов при производстве глиняного кирпича. Здесь достигаются три цели: снижение расхода топлива, увеличение пористости кирпича, что резко увеличивает его теплозащитные свойства, и снижение себестоимости.

На основе зол и шлаков тепловых электростанций можно выпускать более 15 видов строительных материалов (от кирпича до ситаллов) [2], отходы углеобогащения служат ценнейшим сырьем при выпуске стеновой керамики и пористых заполнителей [3]. К строительным материалам, полученным с использованием зол и шлаков ТЭС, относятся цемент, аглопорит и керамзит, кирпич керамический и силикатный, изделия из ячеистых бетонов, минераловатные теплоизоляционные материалы. Однако необходимо учитывать, что для изготовления многих видов строительных материалов, например цементов, можно использовать золы только определенных фракций, отобранные в циклонах и электрофильтрах при сухом золоудалении. Большое содержание топлива в зтае (иногда до 20-30%) служит препятствием для изготовления керамзита, ячеистого бетона, силикатного кирпича. В то же время подобные золы крайне выгодно использовать в качестве сырьевой смеси для производства цемента, аглопорита, глиняного кирпича.

Отходы угледобычи и углеобогащения также могут найти более широкое применение в производстве строительных материалов, и, в первую очередь, строительной керамики, пористых заполнителей, цемента. С отходами добычи и обогащения углей теряется также большое количество топлива, которое является ценным органоминеральным сырьем для производства строительных материалов.

Золы и шлаки ТЭС образуются при сжигании антрацита, каменного и бурого угля, горючих сланцев и торфа. Зольность топлива зависит от количества содержащихся в нем минеральных примесей и составляет для угля 15-42%, для горючих сланцев 40-65%, для торфа 10-15% [4].

В процессе сжигания твердого топлива образуются следующие вторичные продукты:

- зола-унос - тонкодисперсный материал, образующийся из минеральной части сжигаемого топлива и улавливаемый из дымовых газов ТЭС специальными устройствами. Размер частиц золы-уноса колеблется от 3-5 до 100-150 мкм. Количество более крупных частиц обычно не превышает 10-15%. Средняя плотность золы-уноса составляет 2...2,5 г/м³, насыпная плотность - 0,5...0,3 г/см³;
- шлак - агрегированные и сплавившиеся частицы размером от 0,15 до 30 мкм;
- золошлаковая смесь - механическая смесь золы-уноса и шлаков [5].

Соотношение золы-уноса и шлаков определяется технологией сжигания топлива. В топках с твердым шлакоудалением в шлак переходит 10...20% золы топлива, в топках с жидким шлакоудалением - 20-40%, в циклонных топках - 85...90% [5].

Характерной особенностью золы-уноса является наличие в ней остатков топлива; в зависимости от вида угля и методов его сжигания количество остатков топлива в золе-уносе колеблется от долей процента до 20% и более. В топливных шлаках содержание остатков топлива не превышает 1%. Химический состав золы-уноса в значительной степени зависит от состава минеральной части топлива, а содержание в ней горючих веществ - от режима сжигания топлива на теплоэлектростанциях.

Существует два основных способа удаления золы из бункеров золоуловителей: пневмозолоудаление (сухой) и гидрозолоудаление (мокрый) [2]. Простой и надежный гидравлический способ используют на подавляющем большинстве электростанций. Он позволяет перемещать золошлаковые отходы на расстояния 5... 10 км от электростанции и совмещать гидротранспортирование и грануляцию шлака. Недостаток этого способа - большой расход воды. Возможно и совместное и раздельное гидротранспортирование золы и шлака. На ТЭС в основном используется совместное гидротранспортирование, при котором удаляемая из котельных помещений золошлаковая смесь гидравлическим способом направляется на золоотвалы. Выбрасываемая из жерла трубопровода шлакозольная пульпа распределяется по площади отвала неравномерно: более крупные частицы оседают ближе к месту выброса, а более мелкие уносятся дальше, образуя зольную зону отвала. Таким образом получается различный гранулометрический состав шлакозольной смеси по площади отвала. Неоднородность по зерновому составу вызывает и некоторую неоднородность химического состава, что ухудшает свойства золошлаковых отходов, как сырья для производства строительных материалов, и затрудняет их использования.

Золы, удаляемые различными способами, обладают различными свойствами (активностью, влажностью, дисперсностью и др.), зависящими, главным образом, от режима охлаждения.

В настоящее время на большинстве тепловых электростанциях применяют системы гидрозолоудаления. Осуществление пневматического золоудаления расширило бы возможность использование золы так, как потребители имели бы возможность получения тонкодисперсной золы в сухом виде.

Золы различных видов топлива отличаются минералогическим и химическим составом, физико-механическими свойствами. Состав, строение и свой-

ства зол и шлаков ТЭС зависят от состава минеральной части топлива, от режима его сжигания и теплотворной способности, от способа улавливания и удаления золы и шлака, от места их отбора.

Отходы добычи и обогащения углей разнообразны по свойствам, зависящим от минералогического состава и источника переработки.

При вскрытии полезной толщи месторождений образуются вскрышные породы, представленные преимущественно осадочными породами - конгломератами, глинами, аргиллитами, каолинами, суглинками, алевролитами, песками, гравием; реже изверженными, излившимися породами - диабазами и базальтами.

Шахтные породы образуются при разработке угольных месторождений подземным способом, когда из шахты извлекаются попутно «пустые» породы, представленные аргиллитами, песчаниками и другими осадочными породами, обычно содержащими уголь в небольших количествах.

На воздухе уголь и сера в таких отходах окисляется и порода самовозгорается, загрязняя воздушный бассейн. При оценке горелых, используемых в строительстве, считают что их водопоглощение в куске не должно превышать 5%, износ в барабане Деваля - 15%, содержание пылевидных частиц - 3% [6]. Горелые породы можно использовать при строительстве тротуаров, дорог внутриквартальных проездов, в планировке под промышленную застройку.

Породы обогащения образуются при обогащении углей на обогатительных фабриках. Представлены они также осадочными породами, содержащими обычно примеси угля. Гранулометрический состав отходов углеобогащения более стабилен по сравнению с шахтными породами. Отходы углеобогащения по крупности подразделяются на два главных вида - породу гравитационных процессов (более 1мм) и породу флотации (менее 1мм). Кроме того, порода гравитационного обогащения иногда подразделяется на крупную (более 25 мм), среднюю (13-25 мм) и мелкую (1-13мм) [6].

При изучении литологического состава пород углеобогащения, выяснилось, что аргиллиты и углистые аргиллиты преобладают в отходах углеобогащения по сравнению с другими типами пород. Основная масса аргиллитов состоит из глинистых минералов - гидрослюд, каолинита и частично хлорита. Подчиненное значение среди других пород, присутствующих в отходах углеобогащения, имеют алевролиты, песчаники и карбонатные породы. Отличительной особенностью шахтных пород и отходов углеобогащения является наличие в них остаточного угля, как правило, находящегося в сростках с минеральными компонентами.

Проведенные исследования характеристик твердых отходов предприятий ТЭК показали следующее:

Золошлаковые отходы ТЭС и вскрышные породы, образующиеся при угледобыче, по своим физико - химическим свойствам пригодны для применения в качестве сырья при производстве разнообразных строительных материалов, изделий и конструкций. Более того, их использование приводит к снижению энергоемкости и себестоимости производства, а так же к улучшению технических характеристик получаемой продукции.

- Целесообразность выбора способа применения конкретного вида отходов определяется технологическими особенностями продуцирующего его производства и индивидуальными геологическими характеристиками используемого при этом сырья.

- Химический состав большинства видов отходов предполагает возможность наличия в них токсичных, радиоактивных и канцерогенных веществ, поэтому для определения допустимых процентных соотношений сырьевых составов необходим всесторонний анализ как используемого сырья, так и готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информация о состоянии природной среды Павлодарской области в 2004 г.
2. Данилович И.Ю., Сканави Н.А. Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов. /М. «Высшая школа», 1988 г. -70с.
3. Бурлаков Г.С. Основы технологии керамики и искусственных пористых заполнителей. / М. «Высшая школа», 1972 г. -424с.
4. Долгорев А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов. Справочное пособие. / М. «Стройиздат», 1990 г. -455с.
5. Грушевский А.Е. Использование отходов различных отраслей промышленности в технологии производства строительных материалов. / Белгород, 1982 г. -25с.
6. Васильков С.Г., Образцов В.Н. Осаждение золы из зольной пульпы./Техническая информация. Серия «Промышленность керамических стеновых материалов и пористых заполнителей». Вып. 4. М., ВНИИЭСМ, 1971 г. -15с.

УДК 631,3.036:62-578

О РОЛИ ВУЗОВ ВО ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА И О НЕОБХОДИМОСТИ НОВОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА»

Т.Т. Токтаганов, И.А. Шумейко, Н.С. Дудак
*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Елімізде сапа менеджмент жүйесін енгізу үшін жоғарғы оқу орындарының өнеркәсіп мамандарының біліктілігін арттырудағы рөлін күшейтуді қажет етеді және "Сапа менеджмент жүйесі" деген мамандық ашып жоғарғы оқу орындарында мамандар дайындау қажет.

Сложилась ситуация, что для внедрения системы менеджмента качества во все сферы деятельности в Республике Казахстан требуется поднять роль высшей школы в системе повышения квалификации специалистов предприятий, а для подготовки соответствующих кадров через высшую школу необходимо ввести новую специальность "Системы менеджмента качества".

The work represents main test data on using antifreeze concrete admixtures as the effective agent for winter concreting. The antifreeze agent is a by-product of dimethyl-dioxane particularly trimethylcarbinol fraction of cubic residues resulted by dimethyldioxane rectificatio. The admixture incorporation guarantees intensive concrete strength development up to - 37OC.

В современном мире конкурентоспособной является продукция, удовлетворяющая мировому уровню качества. Потому в свете современных требований управление предприятием заключается в управлении качеством продукции. Работа всех структурных подразделений предприятий должна быть направлена на улучшение качества продукции. Функционирование предприятия имеет смысл только в том случае, если оно выпускает качественную продукцию, удовлетворяющую требованиям потребителя.

Задачу повышения качества продукции путем внедрения в производство системы менеджмента качества и экологического менеджмента на базе меж-

дународных стандартов семейства 9000,14001,19011 поставило перед производителями продукции и услуг во всех сферах деятельности правительство Республики Казахстан. Роль системы образования РК заключается в подготовке кадров для народного хозяйства и решения поставленных задач.

Кафедра машиностроения и стандартизации факультета металлургии, машиностроения и транспорта Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова в 2005 году осуществила первый выпуск специалистов по специальностям 160140 «Стандартизация и сертификация» и 551630 «Стандартизация, сертификация и метрология». Государственная аттестационная комиссия высоко оценила знания студентоЕ: защита дипломных проектов оценена на «хорошо» и «отлично».

Выпускники указанных специальностей получают подготовку- по целому комплексу дисциплин, знание которых помогает специалисту участвовать в формировании качества продукции (изделий, машин и т.д., а также услуг) на всех стадиях жизненного цикла: маркетинговые исследования, связанные с изучением спроса и предложения, требований потребителей к качеству, возможности их удовлетворения, конкуренции, состояния рынка; составление плана - проекта создания изделия, продукции, машины, услуги и т.д.; закупка необходимых материалов, их контроль и оценка, формирование их качества; конструкторско-технологическая подготовка, включая разработку технического проекта, чертежей машин, узлов, изделий, технологического процесса их изготовления, оборудования, технологической оснастки, режущих и контрольных инструментов, всего комплекса конструкторско-технологической документации; производство изделий непосредственно на рабочих местах в цехах, на поточных, механизированных, автоматических линиях, станках с числовым программным управлением, станках-автоматах и полуавтоматах, универсальном оборудовании и т.д.; контроль и постоянное улучшение; сборка и монтаж изделий; хранение; поставка готовых изделий; послепродажный сервис с организацией соответствующих служб и их функционирование, ремонт изделий и т.д.; утилизация и предложение потребителю изделий, продукции более высокого уровня качества.

На стадиях конструкторско-технологической подготовки и производства изделий заняты большей частью специалисты специальности 250140 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» и 050712 «Машиностроение», а на остальных этапах обеспечения жизненного цикла продукции работают специалисты специальности 160140 «Стандартизация и сертификация», 551630 «Стандартизация, сертификация и метрология» и 050732 «Стандартизация, метрология и сертификация», включая проверки, экспертизу, оценивание, контроль и испытания продукции и на стадиях конструкторско-технологической подготовки и производства. Для этого они обладают солидной теоретической

тической, базовой и специальной подготовкой. Цикл общетеоретических дисциплин примерно одинаков для всех специальностей. Но цикл базовых и специальных дисциплин значительно расширяет их сферу деятельности: общая теория измерений; стандартизация; метрология; сертификация; квалиметрия; системы менеджмента качества (СМК); статистические методы управления качеством продукции и процессов; базы данных и экспертные системы; метрологическое обеспечение производства; испытание, контроль и безопасность продукции; методы и средства измерения и контроля электротехнических величин; то же - теплотехнических величин; то же - механических величин; технология разработки стандартов и нормативной документации; системы качества и управление технологическими процессами; аккредитация органов сертификации и испытательных центров; экономика качества, стандартизации и сертификации; системный анализ и диагностика технических объектов; конструкторско-технологическое обеспечение качества.

Все вышеназванные дисциплины имеют единую конечную цель: качество продукции и услуг. В них заключается и конечная цель любого производства.

До принятия международных стандартов серии ISO 9000 и 14001 качеством продукции на любом производстве занимались, в некоторой степени, лишь на стадии конструкторско-технологической подготовки и непосредственно изготовления изделия. Внедрение указанных стандартов и системы менеджмента качества в производство обязывает управлять качеством продукции на всех стадиях жизненного цикла и обеспечивать при этом постоянное улучшение, чему поможет нашему выпускнику по данной специальности его широкая подготовка. Поэтому во главу угла в название специальности, по нашему мнению, нужно поставить то, что реально доминирует в мире в области качества: 050732 - «Системы менеджмента качества».

Надо менять психологию людей в области производства товаров и услуг. До недавнего времени у нас практически не было услуг в современном мировом понимании. Теперь это - жизненная необходимость, важная составляющая качества. Это понимание нужно поступающим на данную специальность патриотам своей страны, так как без обеспечения качества, без внедрения систем менеджмента качества могут быть непредсказуемые отрицательные последствия после вступления во Всемирную Торговую Организацию из-за неконкурентоспособности продукции низкого качества. Нужно развивать все сферы промышленного производства. Эта задача по плечу молодому поколению.

В 2005 учебном году на кафедре «Машиностроения и стандартизации» наряду с дипломными проектами по тематике СМК в машиностроении были защищены дипломные проекты по теме: «Разработка элементов СМК в деятель-

ности санэпидемстанции в работе радиологической лаборатории»; «Разработка элементов СМК в работе ТОО «Книготорг»»; «Разработка элементов СМК по обеспечению ритмичного выпуска на линию и надежности работы подвижного состава трамвайного парка» студентами-заочниками и другие, которые показывают, что в современных условиях, используя универсальные методики, можно реализовать право любого желающего поступить на данную специальность в своем городе (области) в региональный ведущий ВУЗ.

У этого подхода есть противники среди некоторой части старой «гвардии» высшей школы. Они предлагают специализироваться только на машиностроении, искусственно ограничивая профиль подготовки специалистов и возможность развития всех сфер промышленного производства и видов деятельности в народном хозяйстве. Гиганты машиностроения исчезли, изменились реалии. Нужно адаптироваться и жить в реальности, а не в иллюзиях.

Как показывает опыт и наша реальность, ориентация подготовки специалистов по указанным специальностям (в будущем - специальность 050732 «Стандартизация, метрология, сертификация») должна быть направлена на все сферы промышленного производства и сферы услуг. Этот подход диктует наша реальность. Название специальности 050732 «Системы менеджмента качества» или новая специальность (с другим шифром) «Системы менеджмента качества» в значительно большей степени будет отражать реальную сферу деятельности и острую потребность в специалистах данного профиля в Республике Казахстан.

Основой повышения качества, по сложившимся представлениям, является стандартизация. Но почему стандартизация не помогла в прошлом и ныне странам СНГ создать возможности обеспечения качества на уровне (и сверх уровня) ожидания потребителей? По видимому дело не в традиционной стандартизации, которая, фиксируя определенный уровень качества, по сути сдерживает его улучшение.

Традиционная стандартизация необходима, но не достаточна для достижения уровня качества продукции и услуг. И это подтверждает международный опыт и создание серии международных стандартов, содержащих требования к системам менеджмента качества и экологическому менеджменту. Значит, основой качества являются не просто стандарты, устанавливающие требования к продукции, а создание условия для работы людей в области качества и управление людьми. Мудрые работники упомянутых выше стандартов заложили основы требований к управлению производством и качеством через управление людьми. И это еще раз подтверждает необходимость введения новой специальности «Системы менеджмента качества».

Международные стандарты, излагающие требования к системам менеджмента качества и к экологическому менеджменту - это стандарты нового уровня. В них впервые предусматриваются требования постоянного улучшения качества продукции и работы предприятия, т.е. стандарты не устанавливают предел качества. Повышение уровня качества достигается за счет совершенствования организационной системы предприятия с помощью так называемой «Технологической системы организационного проектирования и управления процессами предприятия». Для возможности совершенствования работы предприятий применяются системный и процессный подходы, т.е. научно обоснованный подход к управлению работой предприятия как управление системой взаимосвязанных процессов. Системный и процессный подходы применимы к любому виду деятельности и к любой службе предприятия, что в большей степени связано с улучшением работы людей и с более высоким уровнем психологических и этических факторов в работе взаимодействующих между собой групп людей.

Глобальные изменения в мире требуют переустройства во всех областях нашей жизни, в том числе и в сфере образования. Решение правительства и послание президента РК, реформы в сфере образования обязывают повысить качество продукции и услуг и обеспечить выживание и развитие отечественных производителей при интеграции в мировую экономику, а также рабочие места трудящимся.

Для этого требуется проводить постоянную целенаправленную работу по обучению специалистов всех уровней на предприятиях во всех сферах деятельности. К настоящему времени в Республике Казахстан образовались центры систем менеджмента качества и консалтинга, которые оказывают помощь предприятиям, ВУЗам по внедрению международных стандартов ИСО 9000:2000, 9001:2000, 14001, 19011 в производство и формированию у них системы менеджмента качества. В настоящее время во всем мире в работу предприятий для повышения качества товаров и услуг внедряются методы всеобщего (тотального) управления качеством. Для того, чтобы это внедрение состоялось, необходимо всеобщее обучение и подготовка специалистов всех уровней во всех сферах деятельности. Здесь неуместны и недопустимы раскочка и медлительность, потому что с каждым днем упускается инициатива и все больше увеличивается отставание. Мы находимся в таких условиях, что необходимо обратиться к японскому подходу к повышению качества после второй мировой войны, взять из него настойчивость и целеустремленность, всеобщее участие в данной деятельности всего персонала предприятий. Для обеспечения всеобщего управления качеством на всех предприятиях в масштабе всей страны необ-

ходимо усилить роль высших учебных заведений. Известно, что основой промышленности и производства продукции любого вида: от изделий типа машин, механизмов, электротехники, электроники, бытовой техники, товаров широкого потребления и т.д. до строительных материалов является машиностроение. Основой, базой стандартизации является промышленность, и в этом направлении во всем мире к настоящему времени достигнуты внушительные результаты. К сожалению, в странах СНГ на постсоветском пространстве много неразберихи и несогласованных усилий в направлении повышения качества продукции. Для повышения результативности работы в области всеобщего управления качеством нужно повысить значимость кафедр машиностроительного профиля, как кафедры машиностроения и стандартизации, технологии машиностроения и т.д., которые преподают дисциплины, связанные со стандартизацией, управлением качеством, системы менеджмента качества и др. Не весь профессорско-преподавательский состав упомянутых кафедр в достаточной мере владеет систематизированными познаниями, которые в настоящее время позволили бы оказывать любому и каждому предприятию города, области, региона консалтинговую услугу по обучению персонала предприятий и внедрению системы менеджмента качества. Подготовив высшие учебные заведения к проведению массовой работы по подготовке местных предприятий, государство постановочно решит проблему подхода ко всеобщему тотальному управлению качеством на предприятиях в масштабе всей страны. Внедрение системы менеджмента качества (в ее современном варианте TQM - всеобщее управление качеством) на предприятиях в различных отраслях промышленности, в строительстве и в других областях деятельности позволит фактически приближаться к мировой практике в области качества продукции и услуг.

Существующим центрам систем менеджмента качества и консалтинга не следует опасаться конкуренции со стороны высших учебных заведений в этой области, призванных заполнить брешь в сфере повышения качества, которая при существующих подходах будет устраняться десятилетиями. Существующие центры систем менеджмента качества и консалтинга будут периодически привлекаться к работе по систематическому повышению квалификации работников ВУЗов в области СМК. Кроме того, у них уже сложились связи с крупными предприятиями, с которыми они работают для осуществления периодических проверок и сертификации систем менеджмента качества. Они (центры) периодически аттестовываются в соответствующих международных центрах. Таким образом, работа в сфере управления и обеспечения качества продукции является многоплановой, системной и будет проводиться постоянно до тех пор.

пока выпускается сама продукция. Невозможно «быстренько», раз и навсегда, решить проблему обеспечения качества, раз и навсегда подготовить любое предприятие к высокому уровню качества, внедрив в его работу СМК. Само понятие «качество продукции» - постоянно меняющаяся величина, требования к качеству возрастают, а система менеджмента качества требует постоянного улучшения, совершенствования работы, постоянного обучения персонала, постоянных проверок СМК для поддержания ее в работоспособном состоянии с привлечением «внутренних» и «внешних» специалистов.

В дальнейшем, по мере увеличения выпуска специалистов по специальности «Системы менеджмента качества» и насыщения ими всех сфер деятельности, будут улучшаться условия в части обеспечения промышленного производства и всех других областей квалифицированными специалистами по системам менеджмента качества. Это даст возможность в корне изменить сознание людей и подход к обеспечению качества продукции, добиться эффективного внедрения и функционирования систем всеобщего менеджмента качества.

Поэтому внедрение СМК - это не есть «венiec завершения». Это только начало. Над действительной эффективностью СМК, поддержанием её в работоспособном состоянии надо работать годы и годы. Необходимы постоянно действующие проверки (аудиты), систематические подтверждения сертификата соответствия каждые три года, которые дадут почву для работы всем. Внедрение СМК и её функционирование должны базироваться на истинно научном, системном подходе. Здесь не должно быть иных критериев и подходов, принятия волевых, ничем не обоснованных решений, так как система получит сбой и предприятие потеряет сертификат с последующими затратами на исправление несоответствий. Но чтобы этого не случилось, нужна система для поддержания СМК в работоспособном состоянии с учетом новых разработок ведущих центров СМК и консалтинга, что будет взаимовыгодно заказчику и центру, оказывающему услуги. Без этого внедренная СМК будет периодически давать «сбой» за счет отсутствия необходимых новых знаний, методик, подходов.

И УДК 631.3.036:62-578

lit ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ
Ц МУФТ СЦЕПЛЕНИЯ НА ХАРАКТЕР И
И ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ
• МУФТЫ

Т.Т. Токтаганов

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

*!|§!
§|§!
!||§* Мақолада гпiркес муфтаның айкpиндауыштарының қызу деңгейiне әсерi
эiсан-жақты зерттелiп, қызуды зерттеуге, есептеп анықтауға арналған
теңдеулер келтiрiлген.

§|§§ В статье исследуется влияние параметров муфт сцепления на
Иi интенсивность тепловыделения в них и приводится методика исследования
тепловой нагрузки муфты и методы ее расчета.

*The article studies coupling clutches parameters influence on the character
and intensity of heat generation in them and gives the principles of temperature
load analysis in a clutch and methods of its computing.*

N

При оценке уровня нагрева муфт сцепления (МС) ориентироваться на общее количество теплоты, выделенное за процесс буксования, недостаточно. Необходимо еще учитывать характер и интенсивность тепловыделения [1, 2, 3, 5, 6].

При одном и том же количестве выделенного тепла за процесс буксования муфты нагрев будет выше у той муфты, у которой происходит более интенсивное тепловыделение [4, 5].

Интенсивность тепловыделения зависит от продолжительности (темпа) включения МС, от величины и характера нарастания удельного давления, от материалов и состояния поверхностей трения и от других параметров [5, 6]. В общем виде эту зависимость можно записать так

$$q = y(t, p, v, Q) \quad (1)$$

где q - удельный тепловой поток;

j - количество тепла выделяемой единицей поверхности трения в единицу времени;

t - темп включения;

γ - удельное давление;

m - коэффициент трения;

Q - нагрузка на валу МС.

С другой стороны, величину удельного теплового потока можно определить из уравнения

$$q = A \cdot \gamma \cdot p \cdot V_g \quad (2)$$

где A - тепловой эквивалент механической работы;

V_g - линейная скорость скольжения.

В свою очередь, коэффициент трения, удельное давление и скорость скольжения зависят от темпа включения. Поэтому преобразуем уравнение, учитывая, что

$$q = \gamma \cdot p \cdot V_g$$

тогда

$$(3)$$

или

$$q = B \cdot N_T \quad (4)$$

где $B = \frac{A}{i_0 F}$

i_0 - число пар трения;

F - площадь трения;

M_m - момент трения;

w_g - угловая скорость буксования;

N_T - мощность трения.

Согласно уравнению (4) характер изменения q зависит от характера изменения N_T . Поэтому для установления зависимости между удельным тепловым потоком и параметрами МС (коэффициент запаса, темп включения, характер изменения удельного давления и т.д.) необходимо и достаточно установить связь

между мощностью трения и параметрами МС. Для этой цели рассмотрим процесс разгона МТА. Выводы расчетных уравнений проведем по методике, изложенной в [7].

Для изучения влияния закономерности изменения момента трения в процессе включения МС на характер и интенсивность изменения удельного теплового потока (мощности трения) при исследовании приняты три возможных случая протекания кривой изменения момента трения (рисунок 1) в зависимости от темпа включения:

$$M_T = M_{Ti} \tag{5}$$

а) $n=0,5$ - кривая момента трения в процессе включения МС имеет выпуклый характер;

б) $n=1$ - момент трения в процессе включения МС изменяется по линейному закону;

в) $n=2$ - кривая момента трения в процессе включения МС имеет вогнутый характер.

Принимая, что момент двигателя в каждом конкретном случае изменяется аналогично изменению момента трения, а момент сопротивления движению трактора $M = const$, получаем следующие уравнения для определения мощности трения МС на участках диаграммы разгона МТА.

При $0 \leq t < t_0$

$$N_{T0} = \frac{a(M''_H T''_H J_g V_{xx})}{J, \sqrt{I_S} [M_H (n+1)t]} \quad (a/3-1) \quad n+1 \tag{6}$$

При $t_0 \leq t \leq t_j$

$$N_r = \frac{a_{xx} J_n}{M,} \frac{[ap(y+1)-jY^{+1}]}{(n+m)} \quad m (ap)^n Y^{(n+1)-nm} t^j \quad V \tag{?}$$

$\frac{0}{3}$ *И* $\frac{H}{pg} \} D = \frac{u}{JA} \{$

При $t_1 \leq t < t_2$

$$N_{T2} = \frac{M_{zH}^2}{J} \left[\frac{a \cdot K}{h} \frac{ap(y + l) - y}{(n+1)} \right] \cdot \frac{1}{(n+1)(ap)^*} \cdot \left[\frac{1}{(aJ)^n} + \frac{1}{l \cdot m^n} \right] \cdot \left[\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{7 - 11aJ(r+l) - r}{2} \cdot t_2 - t_1 - t \right) - \{p(r+l) - ky\} \cdot (t-t_1) - 2m(t_2-t_1) \right] \quad (8)$$

Время буксования t_f , определяется из уравнения

$$\frac{2J_{co}}{M_H} \cdot \frac{2t}{n+1} \cdot \frac{ap(y + l) - y}{(aPY)} \cdot \frac{1}{\{P(1+a)(y+l) - (ky + y + 2m)\}} \sim (n+1)m + \frac{nm^{n+1}}{n} \quad (9)$$

Для выявления характера изменения мощности трения в процессе включения и буксования МС были произведены расчеты на ЭВМ по уравнениям (6), (7) и (8) применительно к МС трактора ДТ-75М.

Анализ результатов расчета показал, что мощность трения в процессе включения и буксования МС изменяется по параболическому закону. Максимум мощности трения может иметь место в начале, в середине или в конце процесса буксования.

Учитывая, что прямое использование уравнений (6), (7) и (8) при тепловых расчетах затруднительно, их преобразуем и запишем в следующем виде:

$$N_T = \hat{T}_{max} \cdot N = \hat{T}_{max} \cdot \bigcup_{I-CP} \bigvee_{I \sim P} (I-X) \quad (10)$$

где N_{max} - максимум мощности трения в процессе буксования МС;

y - безразмерный параметр мощности трения;

τ - безразмерный параметр времени;

$\Phi \sim \frac{N_{max}}{t_2^2}$ - безразмерный параметр, характеризующий зону максимального тепловыделения;

$t_{N_{Tmax}}$ - время, при котором мощность трения достигает максимума.

В уравнении (10) неизвестными являются N_{Tmax} и j , которые могут быть определены по одному из уравнений (6), (7) и (8).

Для того, чтобы определить, какой из этих зависимостей пользоваться, необходимо исследовать на экстремум уравнение (7). Исследования на экстремум производили по первой производной N_p по следующим критериям:

- 1) если $t'j < tQ$, то пользоваться уравнением (6);
- 2) если $t' > tj$, то пользоваться уравнением (8);
- 3) если $t_0 < t'j < tj$, то пользоваться уравнением (7), где tj - время, при котором функция имеет экстремум.

Исследования, проведенные на ЭВМ по вышеприведенным уравнениям, показали, что параметр j в процессе буксования МС изменяется в широких пределах ($Q=0,25-0,94$). Поэтому принятые в существующих тепловых расчетах законы тепловыделения ($j=0,25$ и $j=0,5$) следует рассматривать как частные случаи более общего процесса. Величина параметра j при всех значениях b и n для реальных МС ($a < 1$) с увеличением темпа включения увеличивается, а для идеальных МС ($a=7$) в начале, с увеличением темпа включения (до $t=0,5-1c$), увеличивается, а затем уменьшается.

Максимумы мощности трения N_{Tmax} для идеальной МС с увеличением коэффициента запаса b и с уменьшением темпа включения t_j увеличивается. В реальной МС N_{Tmax} с увеличением b и уменьшением t_j могут и увеличиваться, и уменьшаться. Это зависит от величины и характера изменения коэффициента реализации момента трения a . Наименьшее значение N_{Tmax} для всех значений b , а (кроме $a=1$) vLt_1 соответствует выпуклому характеру изменения момента трения ($i=2$).

Максимум мощности трения в 1,1 - 1,7 раз больше своего среднего значения. Эти соотношения с увеличением b и a увеличиваются. Поэтому тепловые расчеты целесообразно проводить по N_{Tmax} , а не по N_{Tcp} , как принято в существующих методах расчета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов В.И. Системы включения кривошипных прессов. М., Машиностроение, 1968.
2. Крагельский И.В. Трение и износ. Машиностроение, 1968.

3. Чичинадзе А.В. Расчет и исследование внешнего трения при торможении. М., Наука, 1967.
4. Горошко П.М. Исследование влияния параметров муфты сцепления на температуру трения. «Тракторы и сельхозмашины», №3, 1972.
5. Раздолин М.В. К выбору основных параметров дисковых фрикционных муфт. Труды МАИ, вып. 127. Оборонгаз, 1960.
6. Блохин Т.Е. Авиационные муфты трения. М., Оборонгаз, 1955.
7. Токтаганов Т.Т. и др. Уточненные методы расчета работы буксования тракторной муфты сцепления. «Тракторы и сельхозмашины», №13, 1975.

И УДК666.972.16 (088.8)

II EFFECTIVE ANTIFREEZING AGENT FOR CONCRETE MIXES

Sh.K. Torpichshev, F.Sh. Torpichshev

Pavlodar State University named after S. Toraighyrov

!|§| Мақалада диметилдиоксанды өңдеудің қосымша өнімін, сондай-ақ
||| диметилдиоксанды ректификациялаудан триметилкарбиналды
 фракцияның кубтық қалдықтарын қысқы бетондау үшін эффектілі суыққа
|1| қарсы қосымшаны ретінде қолданудың зерттеулер нәтижесі берілген. Бетонды
Ш§ қоспаға қосымша қосу -37о С температураға дейін бетон мықтылығының
III§ интензивті қабылдануын қамтамасыз етеді.

!§!§ В работе представлены результаты исследований по
|1| использованию в качестве эффективной противоморозной добавки для
!!!§ зимнего бетонирования - побочного продукта производства
 диметилдиоксана, в частности, триметилкарбинольной фракции
 кубовых остатков от ректификации диметилдиоксана. Введение
 добавки в бетонную смесь обеспечивает интенсивный набор
 прочности бетона при температуре до -37о С

*The work represents main test data on using antifreeze concrete admix-
tures as the effective agent for winter concreting. The antifreeze agent is a by-
product of dimethyl-dioxane particularly trimethylcarbinol fraction of cubic
residues resulted by dimethyl dioxane rectificatio. The admixture incorporation
guarantees intensive concrete strength development up to - 370C.*

In recent years the development of construction industry had revealed a great tempo thus stimulating the elaboration of fundamentally new technologies for performing concrete works under low temperatures. It is known that concrete hardening is accompanied by the span of utterly complex phenomena yet being not enough investigated and being of no full-scale control via various forces. This is due to diversity of active components of initial binding agent, by the complex system of new formations being synthesized and material itself being multicomponential etc.

The procedures of hydration are temperature-dependent, being intensive when it is on the rise, and declining when low, thus the temperature factor is to produce one of the strongest impact on the hardening of mineral binding agents.

It is known that the temperature reduction up to 0oC slows down concrete hardening dramatically. One can mention this precisely at early-ages of strength development for the speed of water-cement minerals reaction declines. But concrete structure cross-linking is affected differently by the temperature reduction i.e. the concrete of more solid structure is resulted by temperature compression of its constituents and more overall sedimentation takes it place.

What has been experimentally proved is that cement hydration and cross-linking under low temperatures are determined by the availability of the liquid phase which partial or total freezing evokes the hydration to slow down utterly or terminate totally. In heavy concretes containing no frost-resistant agents the prevailing water amount transfers into ice under -5oC (for high-branded cements this temperature is lower respectively). Since porosity and specific surface area tend to alter through the course of time the freezing point occurs to be non-constant and determined by these very factors.

Concerning the tests being done the prevailing ice span is obtained at temperature pulldown up to -5oC, when the ice content amounts 78% for heavy concrete cured for 24 h at normal conditions and 94% for frozen-at-once-after-preparation concretes.

In case the concrete strength by the moment of freezing is 50 or 70 % of R28 the amount of non-frozen water increases dramatically i.e. the concrete ice content is strongly affected by the hardening period before the start of freezing process.

Water undergoes supercooling and change of ice volume at various low temperatures in course of cooling and heat release, when ice gets crystallized.

Concrete structure undergoes modifications due to ice [being] concentrated in concrete and volumizing of frozen water in 9%, as well as growth of ice lens and ice crystals. The increase of pre-freezing curing period for concrete declines its expansion, less distorting its structure i.e. these procedures are affected by the early-strength of concrete.

Water-soluble chemical agents reduce the freezing point of concrete liquid phase, affect the solubility of binding agent and its hydration products, provide the hydration up to -20 oC due to systematic ice thawing. When introducing the addings their category of temperature range is of great importance i.e. the purpose of utterly low concrete hardening temperatures and availability to use these very agents as strength-developers and antifreezers. As well as ordinary concretes the hardening of the incorporated ones is affected by the moment of freezing. For instance when potash or sodium-potash incorporating concrete is frozen soon after manufacturing it reveals 30% of project strength loss and the degree of concrete structural failure is mainly determined by water amount and type of cement being used

Authors did draw very encouraging results when using the admixture - a by-product of dimethyldioxane production, especially trimethyl carbinol fraction of cubic residues resulted by dimethyldioxane rectification.

The product of dimethyl dioxane manufacturing has the following chemical analysis, in mass. %:

| | |
|--|-------|
| • trimethylcarbinol/tret-buthyl alcohol | 73.25 |
| • 4.4-dimethyl dioxane-1.3 | 7,20 |
| • unsaturated spirits (mainly allyl one) | 2,44 |
| • methanol | 3,74 |
| • 2-methyl-3.4-dihydropyran | 0,17 |
| ° non-identifying compounds | 0.22 |

Concerning the impact made on cement paste the mentioned admixture contains components of following properties:

" non-interacting with cement minerals, but increasing their solubility and declining the rate of water freezing point;

" activating the hydration of binding agent via dispersion of its granules, liquid phase destruction as well as increase of its solubility and declining water freezing point;

" intensifying the hydration due to exchange reactions which lead to $\text{Ca}(\text{OH})_2$ gels generation and also declining water freezing point;

" stipulating the calorification during hydration and declining water freezing point.

At dissolution of trimethylcarbinol fraction of cubic residues resulted by dimethyldioxane rectification, occurs the chemical interaction of its [the fraction's] particles with water molecules resulting solvate coverings due to which the freezing point of water in pores decreases dramatically. Since the admixture's components remain long unbound in the porous liquid, they increase the ionic power of the solution that is to intensify hydration processes and as a result hardening of silicate cement phases. The aforesaid data is proved to be true via results of tests on special calorification of compos [=cement-sand solutions] and concrete contraction having an admixture presented. First_N24h of hardening reveal that the admixture almost doubles specific calorification [=heat generation].

Due to growth kinetics research of incorporated compos' flexural strength it appeared that in all cases kinematics has a breakdown time which is followed by intensive

cross-linking. The increase of admixture concentration makes breakdown time shorten. The findings on growth kinetics of flexure strength do coincide with test data on the level of hydration via numerical x-ray and baking methods.

A concrete mix was prepared as following: pre-dozed dry mixes (cement/ fillers) were mixed in concrete mixer, after which a mixing water containing calculated amount of agent was added. The mix was stirred for 3-4 min and than casted in form.

Concrete compositions incorporating suggested agent (with breaking and optimal ingredients ratios), as well as reference and control concretes compositions (agents-off) are presented in Table 1.

Table 1.

| Components | Control composition | Reference composition | Suggested compositions | | | | |
|------------|---------------------|-----------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Cement | 18,99 | 18,99 | 13,43 | 18,99 | 18,99 | 18,99 | 23,10 |
| Sand | 21,97 | 21,97 | 25,20 | 21,97 | 21,97 | 21,97 | 22,28 |
| Macadam | 51,65 | 51,88 | 54,70 | 51,15 | 51,88 | 50,85 | 44,73 |
| AGENT 1 | - | 0,19 | - | - | - | - | - |
| AGENT2 | - | - | 1,21 | 1,71 | 0,19 | 2,56 | 2,08 |
| Water | OTHERS | | | | | | |

AGENT 1 -an emulsion of mineral oils

AGENT 2 - trimethylcarbinol fraction of cubic residues resulted by dimethyldioxane rectification.

Concrete mixes hardening was carried out without thermomoist treatment at +20o C, 0oC and at -5, -24, -37 oC in multicellular freezing unit. Soon after forming samples were put to freezing room, than stroke at 48 h and left for further hardening for 26 days. At 28 day of room temperature hardening-thawing, at least for 12 h, the samples (with others gotten hardened at 20 o C, 0o C) were undergone tests on compressive strength and water resistance. Obtained results are presented in Table 2.

Table 2.

| Numbers of compositions | | Concrete mixes hardening temperature | Decline of w/c ratio in equally constituent mixes, % | Compressive strength at 28 days |
|-------------------------|---|--------------------------------------|--|---------------------------------|
| Control | | +20 | . | 100 |
| | | 0 | | 62 |
| | | -5 | | 5 |
| Prototype (reference) | | +20 | 3,4 | 11 |
| | | 0 | | 64 |
| | | -5 | | 12 |
| Suggested compositions | 1 | +20 | 13,6 | 132 |
| | | -24 | | 58 |
| | 2 | +20 | 13,6 | 130 |
| | | -24 | | 56 |
| | 3 | +20 | 5,7 | 113 |
| | | 0 | | 73 |
| | | -5 | | 28 |
| | 4 | +20 | 17,0 | 134 |
| | | -37 | | 47 |
| | 5 | +20 | 13,6 | 136 |
| | | -24 | | 56 |

As one can see the results listed in table 2 the reference concrete mix (prototype) can not provide the specified grade concrete strength when it hardens at temperatures lower than 0o C. If a concrete mix incorporates trimethylcarbinol fraction of cubic residues resulted by dimethyldioxane the hardening occurs to be intensive even at -37oC.

II УДК 666.973.6.66.022(083.1)

И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕАВТОКЛАВНОГО Л ПЕНОБЕТОНА

Ш.К.Торпищев, Ф.Ш.Торпищев

Павлодарский государственный университет

им. С. Тора йгырова

1111 *Мацлада автоклавты емес пенобетондардың кейбір технологиялық §111 мәселелері ңарастырылған. Олардың эффективтілігін ары қарай 1111 арттырудың перспективалық бағыттары белгіленген.*

1111 *Рассмотрены некоторые технологические проблемы неавтоклавных III пенобетонов. Обозначены перспективные направления дальнейшего 1111 повышения их эффективности*

The study reports main data on the technological issues of non-autoclave aerated concretes and specifies the advanced lines of their further efficiency enhancement.

Проблемы энергосбережения в строительстве, обозначенные требованиями изменений №3 к СНиП ИЙ-3-79* «Строительная теплотехника», определяют необходимость интенсивного развития технологий производства эффективных материалов с высокими теплофизическими свойствами. Одним из наиболее перспективных материалов такого класса является неавтоклавный пенобетон, характеризующийся относительно высокими эксплуатационными и теплозащитными свойствами, низкой себестоимостью и невысокой начальной капиталоемкостью производства.

Для расширения заводского производства изделий и конструкций из неавтоклавного пенобетона необходимо решение целого ряда технических и технологических проблем, в частности, снижения средней плотности с 350-500 до 150-250 кг/м³, повышения стабильности и устойчивости пенобетонных смесей, сокращения сроков схватывания и увеличения темпов твердения, повышения марочной прочности, улучшения деформативных характеристик, исключения возможности расслоения пенобетонной смеси при транспортировке ее как пневмонасосами, так и автотранспортом и др.

Анализ ранее проведенных исследований и экспериментальных проработок показывает, что средняя плотность, прочность и другие функциональные свойства пеноматериалов, структурные и технологические характеристики сырьевых смесей определяются качеством пены и свойствами вяжущего. Под качеством пены обычно понимают ее дисперсность и устойчивость, т.е. способность пленки изменять поверхностное натяжение в момент наложения сжимающего или растягивающего усилия. Далеко не все пенообразователи могут быть совместимы с определенными видами вяжущих и химических или минеральных модификаторов. Анализ данных [7] по применению ПАВ позволяет выделить большую группу добавок, в основном продуктов нефтехимии и пищевой промышленности, пригодных в качестве эффективных пенообразователей. Различают добавки гидрофильного и гидрофобного характера, которые по своему действию на поверхностное натяжение воды отличаются тем, что при увеличении концентрации первые намного интенсивнее снижают поверхностное натяжение, чем вторые. Поэтому пенообразующая способность водных растворов гидрофильных ПАВ почти вдвое выше, чем гидрофобных, что определяется скорее всего наличием в составе их молекул нескольких полярных групп (гидроксил-, карбоксил-, сульфо-, аминогрупп). Причем при повышении температуры сырьевой смеси от 25 до 45 °С происходит резкое снижение поверхностного натяжения. Выявлено также, что упругость поверхностной пленки пузырьков пены наблюдается только при оптимальном расходе пенообразователя: при его недостаточном содержании не будет обеспечиваться требуемая плотность бетона, при повышенном - может произойти существенное замедление темпов твердения, саморазрушение пены.

Как показывает практика, воздухововлекающая способность ПАВ и характер пористой структуры материала, определяются не только видом и концентрацией добавки или температурой раствора, но и конструкцией смесительного оборудования и режимом перемешивания, видом исходных сырьевых компонентов и их дисперсностью. В процессе приготовления пенобетонных смесей поризация происходит в результате одновременно протекающих, но независимых друг от друга процессов: вовлечения в систему воздуха и выхода его наружу при недостаточной удерживающей способности массы. Многочисленные исследования показали, что объем воздухововлечения обратно пропорционален его скорости.

По данным [14] для получения ячеистого бетона низкой плотности (200 кг/м³ и менее) в процессе поризации требуется, чтобы объем увеличился в 4-5 раз. Такая высокая степень воздухововлечения не может быть достигнута применением только пенообразователя. К тому же установлено, что наилучшие физико-механические свойства ячеистого бетона соответствуют содержанию в нем 40-

55% пенных и 45-60% газовых пор. Это обуславливает необходимость получения в начальной стадии поризации смеси не менее 80% объема вовлеченного воздуха за практически приемлемое время перемешивания компонентов (не более 5-6 мин), исходя из требования обеспечения заданной производительности узлов дозирования и приготовления смесей на заводах ячеистого бетона. Экспериментальные данные показывают, что даже при повышенной дозировке пенообразователя объем вовлеченного воздуха в современных турбулентных смесителях за указанное время не превышает 30-40%. В связи с этим поиск путей и методов интенсификации процесса пенной поризации становится весьма актуальным.

Задачи увеличения скорости и повышения степени пенной поризации смеси при перемешивании решаются различными путями. Установлено, что больший эффект дает не корректирование состава смеси, а совершенствование методов приготовления смеси и конструкций турбулентных смесителей. Например, высокую эффективность показал смеситель конструкции Н.И.Федынина [2], снабженный упругой сеткой, размещенной вокруг ротора, а также приспособлением для подачи в смесь сжатого воздуха под давлением 0,1-0,2 МПа через слой микропористого материала, помещенного в зоне наибольшей турбулентности смеси. Интенсивность поризации смеси в значительной степени зависит от типа сетки, выполняющей роль дилататора при прохождении через нее потоков смеси с вовлеченным воздухом. Наиболее высокая степень поризации достигнута при применении сетки панцирного типа, т.е. образованной путем сплетения пружин из стальной проволоки. Такая сетка имеет возможность упругой деформации в различных направлениях при взаимодействии с потоками смеси, имеющими разные направления и скорость. Обязательными элементами смесителя являются отражательные перегородки, устанавливаемые в месте перехода конической части корпуса в цилиндрическую. Они увеличивают турбулентность движения смеси и интенсифицируют пенообразование, особенно в случае установки вблизи перегородок микропористых элементов для подачи сжатого воздуха.

Как отмечалось, характер пористости во многом зависит от вида применяемого пенообразователя и его концентрации, скорости и длительности перемешивания. Выявлено, что с уменьшением концентрации ПАВ и увеличением числа оборотов смесительного вала уменьшается средний диаметр пор. Увеличение длительности перемешивания оказывает положительное влияние на характер распределения пор по размерам, приводя к нивелировке воздействия типа мешалки, водогерметического отношения, вида добавок, их концентраций и других технологических факторов.

Пенобетонная смесь является термодинамически неустойчивой системой и стремится упорядочить свою структуру за счет уменьшения удельной поверх-

ности пены вследствие самопроизвольной коалесценции, т.е. слияния пузырьков. Основным механизмом этого явления считается истечение жидкости из стенок в каналы Плато, сопровождающееся утончением последних с последующим слиянием пузырьков. Наиболее эффективным механизмом предотвращения разрушения структуры является введение добавок, предотвращающих отток жидкости.

Можно выделить две основные группы стабилизаторов пористой структуры пенобетонной смеси, реализующих данный механизм

- мелкодисперсные добавки, способные поглощать большое количество воды
- органические добавки, повышающие вязкость жидкости внутри пленок

В практике производства чаще всего применяются добавки первой группы, в первую очередь из соображений их относительной дешевизны. Однако как показывает опыт использование органических добавок для стабилизации поровой структуры несравнимо эффективнее. Так, добавка сложных эфиров целлюлозы имеет настолько сильный структурирующий эффект в смеси, что при дозировке 0,2-0,5% наибольшая пластическая вязкость, которую наряду с предельным напряжением сдвига и коэффициентом эластичности можно считать основными реологическими характеристиками смеси, увеличивается более, чем на два порядка. Оптимальные условия поризации смеси и формирования структуры материала соответствуют деформационному процессу, характеризующемуся преимущественным развитием медленных эластических и пластических деформаций при пониженных значениях предельного напряжения сдвига.

Известно [5,6,10,11,13], что несмотря на высокую удельную поверхность цементов, их гранулометрический состав далеко не равномерен и значительная часть зерен (30-50%) имеет размеры более 60 мкм.

В процессе роста прочности цементного камня основную роль играет фракция размером 3-30 мкм. Более крупные зерна остаются негидратированными. Неполнота использования цемента усугубляется трудностями в достижении равномерного распределения воды между отдельными частицами вяжущего, которые вследствие адсорбции и сил молекулярного взаимодействия агрегируют во флоккулы, препятствующие равномерному смачиванию. Может быть поэтому увеличение удельной поверхности считается неэкономичным и в сравнении с активацией вяжущего в процессе приготовления бетонной смеси менее рациональным [6].

С другой стороны, высокие скорости гидратации тонких фракций цемента связаны не только с их высокой удельной поверхностью, но и с наибольшей плотностью дислокаций и концентрацией дефектов на поверхности мелких частиц [5,6]. С ростом дефектности частиц происходит переход в неравновесное состояние, что приводит к снижению химической устойчивости и интенсифика-

ции целого ряда физико-химических процессов, в том числе и гидратационной активности клинкерных минералов [11,13].

Теоретически и экспериментально установлено, что наиболее эффективным способом создания дефектности в частицах являются ударные воздействия при измельчении, например способом мокрого домола в виромельницах [5,6,13]. Именно гидромеханическая активация цемента (ГМАЦ) особенно эффективная в присутствии добавок пластификаторов и гидрофобизаторов, т.к. в результате адсорбции полярных молекул силы когезии, определяющие связь поверхностных элементов кристаллической решетки частиц цемента, уменьшаются на величину, обусловленную адсорбцией [3], позволяет значительно интенсифицировать процесс их диспергирования и существенно сократить расход энергии на получение вяжущего требуемого состава. Продолжительность активации соизмерима с продолжительностью приготовления сырьевой смеси, что способствует ее внедрению в технологию пенобетонного производства.

Проведенные исследования показали, что оптимальная продолжительность активации цемента способом мокрого домола при В/Ц = 0,6-1,0 находится в пределах 7-10 мин., причем с увеличением расхода воды интенсивность измельчения возрастает, удельный расход электроэнергии сокращается на 30-56 %. Особенно эффективен мокрый домол цемента в присутствии суперпластификатора €-3 (0,5-2 %), позволяющего сократить время операции в 2-4 раза или мылонафта (0,03 - 0,06 %), а также хлористого кальция (1,5-2,5 %). При этом прочность цементного камня при одинаковом значении В/Ц, по сравнению с образцами на исходном цементе возрастает в 2,4-3 раза. Очевидно, что оптимальное водоцементное отношение ГМАЦ будет зависеть от химико-минералогического и вещественного составов цемента, его дисперсности, вида и содержания добавок ПАВ, продолжительности активации и должно экспериментально уточняться в каждом конкретном случае.

Для пенобетонной смеси особое значение имеет водоудерживающая способность, поскольку именно она во многом определяет реологические характеристики. Как показали результаты ранее проведенных исследований [13] коэффициент полного водоотделения суспензий на домолотых цементах значительно уменьшается (в среднем в 10-12 раз), а критическая пластическая прочность при резком сокращении периода ее формирования значительно увеличивается. Резкое ускорение процессов структурообразования цементных суспензий предотвращает осадку и расслоение пенобетонных смесей, предохраняет ускоренное нарастание прочности. В процессе ГМАЦ разрушается юагуляционно-кристаллизационная структура суспензии, что обуславливает существенное пластифицирование системы, которое наряду с ускоренным химическим связыванием воды вя-

жущим определяет ускоренное твердение пенобетонных смесей. Одно из преимуществ домолота цемента состоит в том, что допустимые пределы водосодержания смесей, отвечающие максимальной прочности, существенно расширяются. По данным [11], ГМАЦ приводит к повышению прочности пенобетонов при изгибе (в 1,6-4 раза), чем при сжатии (1,4-2,6 раза). Особенно значительно увеличение прочности при растяжении в бетонах на домолотых цементах в ранние сроки твердения - в 2-3,9 раза в 1-сут возрасте и в 2,6-5,5 раз через 3-сут.

Существенно повысить эффективность ГМАЦ можно за счет использования шлаковых цементах. Перспективы, которые открывают шлаковые вяжущие в плане снижения теплопроводности [15] и себестоимости неавтоклавного пенобетона известны и неоспоримы. Тогда основными проблемами технологии их использования в производстве пенобетона являются: возможность создания запасов активированных домолотых шлаков, седиментационного самоуплотнения шлаководных суспензий, схватывания и твердения их до начала употребления.

Результаты работ по изучению текучести шлаководных суспензий показывают, что последние обладают высокой тиксотропностью и устойчивостью. При непрерывном даже очень низкоскоростном перемешивании суспензий, которое легко может быть обеспечено в производственных условиях, загустевание их наступает в 2-3 раза медленнее, чем при обычном хранении. При применении добавок ПАВ интенсивность их загустевания может быть резко снижена.

Выявлено, что выдерживание шлаководных суспензий до их непосредственного применения в течение 24 час практически не сказывается на их активности. При более длительных сроках выдерживания она может уменьшаться на 10-15%, что объясняется накоплением в начале продуктов гидратации в коллоидальном состоянии, а в более позднее время - началом образования кристаллических сростков, которые при вторичном перемешивании разрушаются. Таким образом, определяются ценные технологические качества шлаководных суспензий - медленное их загустевание и тиксотропия, позволяющие создавать на предприятиях суточные запасы.

Исследование шлаковых суспензий [13] позволяет сделать вывод о том, что одним из надежных средств обеспечения устойчивости суспензий против седиментационного самоуплотнения и резкого повышения механических свойств цементного камня является совместная гидромеханическая активация шлака с 25-35% поргландцемента.

Перспективной можно считать щелочную активизацию шлаководных суспензий с использованием силикатных солей и растворимых стекол с силикатным модулем 0,5-2,7 (орто-, мета-, дисиликаты натрия и калия, алюминатных солей, едких щелочей и несиликатных солей слабых кислот).

Известно, что одним из мощных факторов ускорения твердения бетона является тепло, но его надо вносить своевременно, кратковременно, кинетически и синергетически совместно и согласованно с другими энергиями [1].

Согласно закону действующих масс[1], энергию следует вносить в момент наибольшей концентрации реагирующих веществ, т.е. к началу схватывания цемента, задолго до структурообразования. Одним из перспективных направлений в этом плане является высокочастотная электротермообработка пенобетона (15-25 МГц)..

Высокочастотный ток разных диапазонов получают преобразованием низкочастотного промышленного тока в генераторах ТВЧ. Для высокочастотного нагрева бетонных смесей могут быть использованы средневолновый и коротковолновый диапазоны частот. По конструктивным и технологическим соображениям наиболее удобна работа на частотах 0,6-30 МГц, поскольку имеется возможность относительно простого аппаратного обеспечения процесса (можно подавать ток от генератора к нагреваемому объекту коаксиальным кабелем).

Высокочастотный нагрев позволяет:

- одновременно и равномерно повышать температуру по всему сечению однородного материала, что практически справедливо в случае нагрева пенобетона в диапазоне от средневолнового до метрового;
- резко поднять температуру материала вне зависимости от его структуры;
- обеспечить прогрев без перегрева наружных поверхностей конструкции;
- избежать холостого хода процесса нагрева и связанных с ним потерь тепла, легко регулировать температуру нагрева по заданному графику, автоматизировать процесс нагрева;
- нагревать материал без непосредственного контакта электродов с поверхностью конструкции.

В сравнении с известными способами продолжительность высокочастотного электропрогрева сокращается в 2,5 - 2,7 раза, а общий расход электроэнергии - в 1,8-2,2 раза.

При размещении пенобетонной конструкции в электрическом поле тока высокой частоты происходит выделение тепла, определяемое такими явлениями, как электропроводность (за счет тепловой диссоциации ионов в структурной решетке материалов), дипольная поляризация (возникающая при несимметричном строении молекул вещества и определяемая ориентацией или поворотом полярных молекул), структурная поляризация (определяемая смещением связанных зарядов - диполей и ионов в ограниченном объеме с возникающими при этом соударениями), электронная поляризация (обусловленная смещением центра электронной орбиты относительно ядра), ионная и атомная поляризация.

Высокочастотный нагрев осуществляется при частотах до сантиметрового диапазона, когда $f < 30000$ МГц или $\omega < 2 \cdot 10^{16}$ сек⁻¹, поэтому для оценки комплексной проводимости и потерь в материале можно пренебречь величинами атомной и электронной поляризации. Наибольшее значение для высокочастотного нагрева строительных неорганических материалов, в частности бетона, имеют токи проводимости, дипольная и структурная поляризация (релаксационная поляризация). Диэлектрические потери, обусловленные релаксационной поляризацией, особенно резко проявляются в материалах дипольной структуры с неплотной упаковкой ионов. Релаксационная поляризация сопровождается внутримолекулярным трением, причем дипольные "молекулы не успевают колебаться в такт с изменением внешнего высокочастотного поля. С повышением частоты тока наблюдается еще большее отставание поляризации. Частота собственных колебаний поляризуемых частиц лежит в пределах 10^{13} - 10^{16} сек⁻¹, т.е. значительно превосходит частоту колебаний волн сантиметрового диапазона. Поэтому при высокочастотном нагреве резонансные колебания молекул в такт изменению частоты тока отсутствуют. Отставание релаксационной поляризации по времени от колебаний электрического поля вызывает сдвиг фаз между плотностью тока смещения и напряженностью поля в бетоне. Когда дипольные и структурные потери отсутствуют, между напряженностью поля и плотностью тока смещения имеется сдвиг фазы на угол $\varphi = 90^\circ$. При наличии потерь в бетоне угол φ уменьшается и становится меньше 90° ($\varphi = 90^\circ - \delta$). С уменьшением тангенса угла диэлектрических потерь резко возрастает скорость нагрева и его мощность.

Одним из негативных факторов в технологии неавтоклавного пенобетона является замедленное схватывание и низкая скорость твердения смеси, обусловленные в первую очередь влиянием пенообразователей. Они создают на поверхности зерен цемента плотный адсорбционный слой и повышают вязкость воды в межзерновом пространстве, что приводит к торможению процессов гидратации портландцемента.

Попытка увеличить марочную прочность безавтоклавного пенобетона за счет повышенного расхода портландцемента приводит к обратному эффекту. Образуется большое количество этtringита на единицу объема пенобетона, что на поздних этапах твердения приводит к его растрескиванию и снижению прочности. Исходя из особенностей гидратации портландцемента одним из возможных путей ускорения твердения и повышения марочной прочности пенобетона на основе портландцемента может быть торможение реакции этtringитообразования или полное ее исключение из процесса гидратообразования

Исключить этtringитообразование из процесса гидратации портландцемента можно использованием молотого безгипсового клинкера. При этом тормозя-

щее действие пенообразователей на процессы гидратации портландцемента выполняет функцию гипса и позволяет получить пенобетон с нормальными сроками схватывания и ускоренным твердением. Однако отечественная промышленность безгипсовых портландцементов не выпускает.

Одним из способов торможения реакции этtringитообразования в обычных портландцементах является введение в состав пенобетонов пуццолановых добавок, которые при нормальных температурах способны вступать в реакцию с гидроксидом кальция с образованием прочных и водостойких гидросиликатов C-S-H. При наличии в системе достаточного количества аморфного кремнезема реакция этtringитообразования подавляется из-за нехватки гидроксида кальция, необходимого для полного протекания реакции. В данных условиях возможно формирование низкосульфатной формы гидросульфоалюмината кальция, который существенного влияния на разупрочнение системы не оказывает. Однако аморфизированные высококремнеземистые добавки весьма дефицитны. Поэтому для создания прочной более стабильной и малодефектной структуры цементного камня необходимо разрушить гидросульфоалюминат кальция. Решение этой задачи с успехом можно осуществить с помощью высокочастотного электропрогрева.

Известно, что с повышением температуры системы цемент-вода ускоряется гидратация клинкерных минералов, а неустойчивые гидратированные алюминатные, ферритные и гидросульфоалюминатные фазы могут разлагаться. Сочетание вибрации с термическим разрушением этtringита в тиксотропной среде геля позволяет существенно снизить в интервале температур 50-70 °C вязкость системы вода - заполнитель. Создается тиксотропное разжижение цементного теста. С повышением температуры до 80 C возрастает скорость роста кристаллов силикатных и алюминатных фаз, повышается коэффициент вязкости системы цемент-вода.

С помощью высокочастотного нагрева можно поднять температуру в теле пенобетонной конструкции до 80 °C за 1,5-3 часа, что невозможно сделать, например, в автоклаве даже при резком повышении давления. Чтобы прогреть внутренние слои пенобетона до 95 °C требуется запаривать его в автоклаве при температуре +176 °C в течение не менее 7-9 час.

Известно, что процесс усадки бетонов, как известно, обуславливается удалением воды, различно физико-химически связанной в его структуре и на первый взгляд должен определяться суммарным водосодержанием сырьевой смеси. Однако в практике не редки случаи увеличения усадки с уменьшением водотвердого отношения, что является подтверждением возможности получения оптимальных свойств пенобетона лишь при определенном грансоставе системы. Зачастую гранулометрические составы смесей для получения оптималь-

ных реологических характеристик смесей и физико-механических свойств пенобетона не совпадают. Более того, составы бетона, характеризуемого высокой пластической прочностью довольно уязвимы по трещиностойкости.

Для обеспечения оптимума реологических, прочностных, деформативных и теплофизических свойств материала скорее всего необходим полидисперсный гранулометрический состав системы.

Пенобетон оптимизированного гранулометрического состава характеризуется несколько меньшей прочностью на сжатие в сравнении с пенобетоном, изготовленным на тех же компонентах без регулирования их зернового состава. Однако это возможное, но необязательное снижение прочности окупается резким улучшением практически всех других механических, деформативных и теплотехнических свойств пенобетона.

Одним из способов повышения трещиностойкости пенобетонов является армирование их дисперсными волокнами. В последние годы распространение получили различного вида полимерные волокна. Все они существенно различны не только по физико-механическим свойствам, химической стойкости, свето- и атмосферостойчивости, но по стоимости и экологической безопасности. Эффективность волокон в пенобетоне возрастает с увеличением их длины. Существует понятие критической длины волокна $L_{кр}$, до которой напряжение, воспринимаемое собственно волокном в композиции возрастает и при $L = L_{кр}$ становится равным прочности волокна. Как показывают результаты исследований [4], композиции армированные волокном с $b > L_{кр}$ намного прочнее, чем при использовании волокна с $L < L_{кр}$. Чем меньше значение $L_{кр}$ волокна, тем эффективнее оно упрочняет матрицу. Существует еще один немаловажный фактор, который следует учитывать при использовании полимерных волокон - это относительное удлинение волокна при разрыве. Если эта величина достаточно велика, то наблюдается разрушение цементного камня без разрыва волокон. Для каждого вида волокон и матрицы величина $b_{кр}$ индивидуальна. Расчеты показывают, что критическая длина волокна обычно находится в диапазоне 50-1000 мкм. В соответствии с оценочными формулами, позволяющими определить $L_{кр}$ наиболее простым решением проблемы повышения эффективности волокна является увеличение адгезионной прочности на границе волокно-матрица. Одним из способов повышения этого показателя для цементных и гипсовых систем является использование редиспергируемых сополимерных порошков Mowilith Pulver® или производных целлюлозы, которые образуют полимерные пленки внутри материала и таким образом, адгезию как к внешней основе, так и на границе волокно-матрица. При этом значительно увеличиваются такие показатели материалов, как морозостойкость, атмосферостойкость и др. [4,5,10].

Для увеличения эффективности поверхность волокон, например полиакриловых марки Ricem®, подвергают специальной обработке, в результате которой она становится рифленой, с продольной выемкой вдоль волокна, что повышает эффективность его взаимодействия с вяжущим. В последнее время разработаны достаточно экономичные способы получения волокон (фибры) фрезерованием и точением, позволяющие изготавливать волокна различной длины с разнообразным профилем и площадью поперечного сечения. Производство такой фибры примерно в 1,5 раза дешевле обычной, а некруглая форма поперечного сечения обеспечивает ей жесткость в продольном направлении. Последнее облегчает процесс транспортирования фибры, способствует равномерному распределению ее по объему бетона без комкования, позволяет ввести в смесь большое количество волокон, что значительно улучшает физико-механические характеристики фибробетона. Кроме того, при равновеликом поперечном сечении фрезерная и токарная фибры имеют более развитую боковую поверхность по сравнению с гладкой. Что является еще одним резервом повышения прочности бетона благодаря предотвращению выдергивания фибр из бетонной матрицы.

Основные проблемы при использовании волокон возникают из-за заметного влияния на вязкость и технологичность смесей, а также сложности введения в состав пенобетона. Короткие и средние волокна длиной до 500 мкм достаточно легко перемешиваются в смесителях любого типа. Длинные волокна (более 500 мкм) рекомендуется смешивать в высокоскоростных смесителях или деагломераторах.

Заслуживает внимания практика предварительного смешивания некоторых компонентов. В первую очередь это касается так называемых премиксов песка с армирующими волокнами. Применяя двухстадийное смешение, можно добиться достаточно равномерного перемешивания даже самых длинных волокон.

Для повышения технологичности смесей, армированных волокнами, рекомендуется использовать высокоэффективные гиперпластификаторы Meltlux®, которые отличаются также прогивоусадочными свойствами по отношению к цементу.

Ввиду чрезвычайно широкого ассортимента предлагаемых волокон, вопрос о поиске наиболее эффективных решений остается открытым.

Резюмирую сказанное можно отметить, что изменение некоторых параметров технологического процесса позволяет регулировать формирование пористой структуры материала в нужном направлении, повышая тем самым его эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арбенъев А. С. Синергобетонирование - четвертая технология бетонирования с электроразогревом смеси // Строит, материалы, 2003, №1, с. 18

2. А.с. № 114890 (СССР) Турбулентный растворосмеситель / *Федынин Н.И., Феценков Ю.И.* //Открытия и изобретения. - 1985, -№10
3. *Берлин АЛ, Вольфсон СЛ., Ошмян В.Г.* Принципы создания полимерных композиционных материалов. М.: Химия, 1990.
4. *Васиш П.Г., Голубев .И.П.* Применение волокон в сухих строительных смесях // Строит, материалы, 2002, №9, с26-27
5. *Величко Е.Г., Комар А.Г.* Рецептурно-технологические проблемы пенобетона // Строит, материалы, 2004, №3, с.26-30
6. *Величко Е.В., Д.Ф.Толорая* К вопросу о гидромеханохимической активации цемента при производстве бетона// Строит, материалы, 1996, №8, с24-27
7. *Гаджилы Р. А.* Целенаправленное изменение пористой структуры строительных материалов // Строит, материалы, №8 2001
8. *Кандырин И.Д., Симонов - Емельянов Е.Т.* Сборник аналитических и проблемных задач по курсу «Принципы создания полимерных композиционных материалов», М., 1999
9. *Комар А.Г.Величко Е.Г.,Белякова Ж.С.* О некоторых аспектах управления структурообразованием и свойствами шлакосиликатного пенобетона // Строит материалы, 2001, №7, с. 12-17
10. *Кондратьев В.В., Хозин В.Т.* Структурно-технологические основы получения сверхлегких пенобетонов // Строит, материалы, 1999, №1, с.4-6
11. *Меркин А.П.* Ячеистые бетоны: научные и практические предпосылки дальнейшего развития // Строит, материалы, 1995, №2, с 11-15.
12. *Михеенков М.А., Чуваев С.И.* Механизм структурообразования и кинетика твердения высокопористых неорганических композиций// Строит, материалы, 2003, №3, С40-41
13. *Орентлихер Л.П.* Эффективность вибродомла цемента при производстве шлакобетона // Строит, материалы, №1, 1959
14. *Федынин Н.И., Лазарев С.В* Особолегкий ячеистый золобетон с добавками полимеров // Строит, материалы, №2, 1987
15. *Ярмаковский В.Н.* Технологические основы получения конструкционно-теплоизоляционного шлакопемзобетона с улучшенными теплозащитными свойствами //Повышение теплозащитных свойств и эффективности производства легкобетонных конструкций и изделий,- М., Стройиздат, 1986

III УДК 666.973.330.15

**И ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ
Я ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
И ОТВАЛЬНЫХ ШЛАМОВ ГЛИНОЗЕМНОГО
IS ПРОИЗВОДСТВА****Ш.К.Торпищев, Ф.Ш.Торпищев***Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

!!!
t i l Мақалада саз балшықтық өндірудің көп тонналық отвалды
!!! шламдарын қурылыста қолданудың стратегиялық техникo-экономикалық
!!! жетістіктері қарастырылған. Оларды утилизациялаудың жоғары
§||§ потенциалдың эффективтілігі дәлелденген.

*Рассмотрены стратегические технико-экономические перспективы
применения в строительстве многотоннажных отвальных шламов
глиноземного производства, обоснована высокая потенциальная
эффективность их утилизации.*

*The given article considers technical and economical perspectives on
constructional employment of large-tonnage moulded sludge resulted in alumina
industry. The paper also masons high potential efficiency of the sludge utilization.*

Программа индустриально-инновационного развития Республики предполагает выявление и всемерное использование резервов народного хозяйства, в первую очередь вторичных ресурсов. Основное отличие вторичных ресурсов состоит в том, что они, будучи отходом производства для одних предприятий, являются ценным сырьем для других. Как показывает опыт, отсутствие должного внимания вопросам использования вторичных ресурсов определяет необходимость значительных капитальных вложений и эксплуатационных издержек на их удаление и хранение. К тому же, это причина дополнительных, зачастую весьма значительных, потерь в народном хозяйстве, вызываемых воздействием их на окружающую среду.

Исключительное значение имеет проблема комплексного использования многотоннажных отвальных шламов (бокситового и нефелинового) глиноземного про-

изводства. Объем этого вида отходов в отвалах заводов по странам СНГ уже составляет более 900 млн. т и продолжает достаточно динамично увеличиваться. В среднем при производстве 1 тонны глинозема образуется 2-6 тонн шламовых отходов. В связи с имеющейся тенденцией к увеличению объемов производства глинозема в самой ближайшей перспективе потребуются дополнительно значительные площади под отвалы, что неизбежно приведет к сокращению площадей ценных пахотных и лесных угодий. На многих глиноземных заводах емкости шламохранилищ полностью использованы и возможности их расширения весьма проблематичны, так как окружающие территории, запроектированные под отвалы, в большинстве случаев застроены. Все труднее становится находить вблизи этих производств участки малоценных земель достаточной площади или естественные понижения местности для организации шламоотвалов. В результате удлиняются и усложняются трассы шламопроводов, а следовательно растет и стоимость их эксплуатации и содержания. Следует отметить, что сейчас постепенно теряет значение понятие «малоценные земли», т.к. мелиоративные и другие работы нивелируют качество сельхозугодий, а овраги во все больших размерах используются для образования искусственных водоемов. Удлинение шламопроводов и рост удельных и абсолютных эксплуатационных расходов по гидрошламоудалению делают эти затраты весьма значительным элементом общих капитальных вложений и эксплуатационных расходов в производстве глинозема. Так, капитальные затраты в гидрошламоудаление составляют в среднем 15 - 19% от их общего уровня, а эксплуатационные издержки - порядка 12 - 16%.

Кроме того, следует учитывать: шламовые отходы содержат значительное количество остаточных водорастворимых щелочных соединений, которые, просачиваясь в почву и попадая вместе с грунтовыми водами в естественные водные источники, загрязняют их и наносят непоправимый урон фауне и флоре. Необходимо также иметь в виду, что шламовые отходы некоторых глиноземных производств находятся в тонкодисперсном состоянии (размер частиц 10-25 мкм, т.е. примерно в 3-6 раз мельче зерен цемента) и являются источником загрязнения окружающей среды пылевидными частицами, эффективных способов борьбы с которыми до сих пор не придумано.

Актуальность проблемы утилизации шламов глиноземного производства диктуется необходимостью хотя бы частичного решения экологических вопросов в местах их скопления.

В то же время, значительные объемы шламохранилищ предполагают возможность организации крупных предприятий по комплексной их переработке, экономическая эффективность которой должна определяться с учетом снижения стоимости основных видов продукции (глинозема) за счет сокращения зат-

рат на транспортирование отходов, организацию и содержание отвалов, а также с учетом реализации дополнительной продукции.

Интересы народного хозяйства требуют полного и комплексного использования многотоннажных остатков как действующих глиноземных производств, так и строящихся. Решение этой задачи предполагает определение всех направлений эффективной утилизации шламовых отходов, проведения комплекса научных исследований и проектно-конструкторских работ по всестороннему вовлечению в производство отвальных бокситовых и нефелиновых шламов и выявлению возникающих при этом прямых и обратных технико-экономических связей.

Впервые исследования нефелиновых и бокситовых шламов были начаты в 30-е годы в лаборатории вяжущих веществ Ленинградского отделения ВИСМ и получили дальнейшее развитие в работах ГипроЦемент, НИИЦемент, ВАМИ, ЛГИ им. Ленсовета, ЛИСИ и др. В разные годы отходами этого вида, как сырьем для производства цементов, местных вяжущих и бетонов занимались П.И.Боженев, Р.В.Бейшер, А.Д.Ершов, В.Н.Ковалерова, В.Н.Кинд, Ю.М.Слободянюк, В.С.Корнеев, Н.С.Шморгуниенко, Б.П.Паримбетов, А.А.Пашенко, Е.А.Старчевская и другие.

Известные ныне способы производства глинозема можно разделить на три группы: электротермические, кислотные и щелочные.

Электротермические заключаются в плавке бокситовой руды с углем в электропечах с целью восстановления примесей и получения плавленного глинозема.

При кислотном способе сырье обрабатывается раствором кислоты или же сернистым газом; в результате образуется растворимая соль алюминия, из которой затем выделяется глинозем.

Следует отметить, что ни электротермические, ни кислотные способы не получили распространения. Наиболее широко применяются щелочные способы производства, заключающиеся в обработке руды растворами щелочей для превращения глинозема в растворимый алюминат натрия. Фильтрованием последний отделяется от остатка, носящего название «шлам». Из раствора алюмината осаждают и отфильтровывают гидрат окиси алюминия. Щелочной фильтрат в зависимости от исходного сырья или возвращается обратно в технологический передел (при использовании бокситов), или же частично выпаривается для извлечения из него щелочей (в случае применения нефелина). Полученный гидрат окиси алюминия прокаливается с целью превращения его в окись, пригодную для производства металлического алюминия.

Превратить же содержащийся в сырье глинозем в алюминат натрия при щелочном производстве можно разными способами. Наибольшее распространение в мире получил гидрохимический способ «Байера», предполагающий пер-

воначальную обработку боксита непосредственно раствором едкой щелочи (так называемый «мокрый» способ). По «сухому» способу производства руду с солями щелочных и щелочноземельных металлов спекают во вращающихся печах при температуре 1300-1350 °С, затем из полученного спека выщелачивают алюминат, который в дальнейшем подвергают разложению (способ «Яковина-Мюллера») или плавят в электропечах. «Сухой» способ («спекания») обладает большей универсальностью и позволяет получить глинозем из самого различного сырья, в том числе высококремнистого.

Генеральным направлением комплексной утилизации шламовых отходов глиноземного производства является строительство. Как известно, новая система планирования и экономического стимулирования в капитальном строительстве требует создания значительных резервов строительных материалов. Широкое вовлечение в хозяйственный оборот шламовых отходов глиноземного производства позволит в известной степени решить эту задачу, что в свою очередь, даст возможность обеспечить стройки дешевыми стройматериалами из местного сырья в соответствии с их потребностями.

Выбор направления использования шламовых отходов должен для каждого глиноземного завода, экономического района, министерства и ведомства определяться по результатам специальных технико-экономических исследований. Вместе с тем, необходимо отметить некоторые общие перспективные тенденции наиболее целесообразной, экономически и технологически обоснованной их утилизации, которые следует иметь в виду при решении этой задачи.

Бокситовые шламы, полученные при переработке бокситов методом «спекания» всегда рассматривались как материалы с высокой гидравлической активностью. Однако использование их в производстве цемента по разным причинам оказалось недостаточно эффективным. Грандиозные масштабы строительства в Республике обуславливают резкий и устойчивый рост потребности в цементе, что заставляет задуматься о разработке различных режимов его экономии.

Экономия цемента предполагает уменьшение требуемого его расхода в составе растворов и бетонов, основным условием которой является применение цементов с активностью, технически и расчетно соответствующей с заданной прочностью бетонов и другими их качествами. Однако зачастую расходы цемента таковы, что не позволяют наиболее рационально использовать его потенциальную активность. Так, при монолитном бетонировании используются смеси повышенной подвижности (достигаемой за счет увеличенного содержания воды, а следовательно, цемента) с использованием цементов активностью в 2-3 раза превышающей марку бетона. Ввиду фактического отсутствия заводских цементов активностью менее 200-250 кг/см² допускается еще большее

превышение марки цемента над маркой бетона.

Таким образом, при изготовлении высокомарочных бетонов отсутствие цемента, активностью в три раза превышающей марку бетона, вынуждает применять совершенную технологию приготовления и укладки бетонных смесей, а при изготовлении изделий из бетонов классов по прочности на сжатие В3,5-В7,5 (марок 50-100) на цементах активностью 30-40 МПа и выше это не обязательно, поскольку предельный расход цемента 220-200 кг/м³ смеси, назначаемый исходя из требований обеспечения необходимой связности бетонной смеси и плотности бетона, обеспечивает получение марки с большим запасом. Еще более нерациональным является применение высокоактивных цемента в кладочных растворах марок 5- и 25 и ниже.

Рекомендуемые всякого рода мероприятия по введению в бетоны и растворы тонкодисперсных минеральных добавок остаются нереализованными, и для этого имеются определенные основания:

- производство многих местных вяжущих оказываются нерентабельным по технико-экономическим показателям; кроме того, низкие показатели этих вяжущих по морозостойкости и даже по воздухоустойкости (известково-пуццолановые и т.п. цементы) также ограничивают их применение;
- инертные молотые добавки не находят широкого применения из-за нерентабельности их производства и ограниченности предела содержания их в смеси с цементом (до 40%), что не дает возможности рационально использовать портландцементы высоких марок в низкомарочных строительных растворах;
- такие местные вяжущие, как романцементы и сланцезольные цементы, избирательны по месту получения, в силу чего не могут охватить широкие районы для их использования.

Из этого следует, что минеральная молотая добавка должна обладать универсальными свойствами, чтобы на ее базе можно было получать качественные местные гидравлические вяжущие. Добавка должна быть такой, чтобы предел содержания ее в смеси с портландцементом или другим активизатором твердения практически не ограничивался и отвечал бы требованиям целевого назначения раствора или бетона.

Молотые отвальные шламы глиноземного производства в полной мере обладают свойствами такой универсальной добавки и являются наиболее технико-экономически эффективными, что подтверждается результатами многочисленных исследований как в нашей стране, так и за рубежом. Особое место в плане возможной утилизации их в качестве молотой гидравлической добавки или заполнителя в строительных растворах и бетонах занимают бокситовые шламы, полученные от переработки бокситов в глинозем методом «спекания».

На базе «спекательных» бокситовых шламов могут быть получены бесклинкерные (или с минимальным содержанием клинкера) гидравлические вяжущие самой широкой номенклатуры (глиношламовый порошок, белитовый цемент, гипсошлакобелитовые вяжущие, известково-шламовые низкомарочные цементы, смешанные гидравлические гипсы, песчано-шламовые смеси для плотных силикатных бетонов и автоклавных ячеистых бетонов, местные шламокарбонатные портландцементы и др.), возможность организации производства которых в настоящее время, к сожалению, даже не обсуждается.

В связи с этим интересно сопоставить картину структуры рынка цемента (по маркам), выпускаемых отечественной промышленностью, с данными по структуре рынка бетонов и растворов, применяемых для промышленного и гражданского строительства. Так, например, потребность на стройках Республики в вяжущих по маркам (в %) и данные по объемам производства в цементной промышленности за 1990 - 2002 гг. представляются в следующем виде:

| Марка цемента | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Уровень потребления | 14 | 18 | 29 | 30 | 8 | 1 |
| Объемы производства | | | 18 | 67 | 13 | 2 |

Поступление на стройки цемента марок 200 и 250 фактически прекратились еще с начала 60-х годов, и основные акценты в объемах производства сместились в область марок 300-500. Указанное обстоятельство весьма отрицательно сказалось на технически рациональном соотношении между средними марками бетонов, применяемых стройками, и средними марками получаемых ими цемента.

С учетом специфики строительных работ по отдельным министерствам ориентировочно общая картина распределения цемента в производстве растворов и бетонов представляется следующим образом:

- бетоны, тыс. т (%) 71,0 (65)
- растворы, тыс. т (%) 23,8 (22)
- шлакобетоны, тыс. т (%) 7,7 (7)
- прочие, тыс. т (%) 6,5 (6)

Приняв структуру распределения бетонов и растворов по классам по прочности на сжатие в следующем соотношении (в %):

- бетоны класса В3,5-В5 9
- бетоны класса В7,5-В10 67

- бетоны класса В15 и выше 24
- растворы класса В1 50
- растворы класса В2,5 40
- растворы класса В3,5 и выше 10 ,

а также допустимое отношение $R_n/R_6=3$ и минимальный допустимый расход цемента на 1 м^3 бетона - 200 кг/м^3 , получим следующую картину несоответствия между технически рациональной потребностью строительства в цементах той или иной активности и фактическим его наличием (табл. 1,2 и 3).

Таблица 1

| Класс бетона или застывора | % | Технически обоснованная марка цемента | Количество бетона в тыс. м^3 | Потребность в цементе при расходе 200 кг/м^3 , тыс. t | Поступает цемента тыс. t | Баланс, тыс. t |
|----------------------------|----|---------------------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------|------------------|
| В3.5-В5 | 9 | 200 | 2,8 | 0,7 | - | -0,7* |
| В7,5 | 23 | 250 | 6,9 | 1,7 | 0,5 | -1,2 |
| В10 | 44 | 300 | 13,2 | 3,3 | 1,7 | -1,6 |
| "В12j~I | 9 | 400 | 2,8 | 0,7 | 8,0 | +7,3* |
| В15 | 11 | 500 | 3,3 | 0,8 | 3,5 | +2,7 |
| В20 | 4 | 600 | 1,3 | 0,4 | 0,1 | -0,3 |
| В1 | 50 | 250 | 5,1 | 1,0 | - | -1,0 |
| В2,5 | 40 | 300 | 3,9 | 0,8 | 0,45 | -0,35 |
| В3,5 | 10 | 400 | 1Д | 0,2 | 5,5 | +5,3 |

Знак минус обозначает недостаток, знак плюс - высвобождение

По самым приближенным расчетам дефицит вяжущих низких марок 200-300 в строительстве на сегодняшний день составляет порядка 4850 t , который с большим успехом можно восполнить за счет организации массового производства белшовых цемента на основе бокситовых шламов. В то же время открывается реальная перспектива высвобождения 15300 t высокомарочных портландцементе® марок 400-600.

Необходимо отметить, что затраты на производство белитовых цемента широкой номенклатуры, предполагающего в основном только сушку и помол шламов до необходимой дисперсности многократно ниже, чем на строительство цементных заводов аналогичной производительности.

Одним из рациональных путей решения проблемы утилизации бокситового шлама является использование его для получения эффективных строительных материалов по безобжиговой технологии. Сущность ее заключается в осуществ-

лении процесса, противоположного обжигу - углублении гидратации шлама в дисперсном состоянии с целью получения гидратов с нестабильной структурой.

Гидравлические вяжущие вещества, представляющие собой гидраты с аморфной или нестабильной кристаллической структурой, обладают способностью конденсироваться в камнеподобное водостойкое тело. Эти вещества названы вяжущими контактно-конденсационного твердения. Разновидностью его является гидратированный бокситовый шлам.

Дисперсные частицы шлама частично гидратируются по поверхности при выщелачивании глинозема и в процессе гидрошламоудаления, в связи с чем постепенно теряют свойства вяжущих гидратационного твердения. Углубление гидратации происходит при мокром помоле шлама. Затем при контакте с водой, обычной и повышенной температуры в бассейнах - гидрататорах, пропарочных камерах или автоклавах - реакторах достигается полная или максимально возможная для данных условий гидратация частиц. Вяжущее контактного твердения из бокситового шлама представляет собой порошкообразное вещество, получаемое путем мокрого помола шлама, его гидратации в дисперсном состоянии при нормальных или повышенных температурах и последующего удаления физической воды. Помимо степени гидратации исходного шлама на свойства вяжущего оказывают влияние такие технологические факторы безобжиговой переработки шлама, как условия и температура его гидратации, влажность пресс-порошка при прессовании, степень сближения частиц (усилие прессования). Установлено, что прочность камня после прессования возрастает практически пропорционально увеличению прилагаемого давления, например, с 10 МПа (при давлении 30 МПа/см²) до 30 МПа (при нагрузке 100 МПа/см²). С достижением максимальной степени предварительной гидратации бокситового шлама уменьшается и величина максимального давления прессования, сразу после снятия которого полученный камень обладает водостойкостью. Так, камень из полностью гидратированного в дисперсном состоянии шлама становится водостойким сразу после прессования при давлении 2 МПа, а из гидратированного по поверхности - при 18 МПа. Регулируя влажность пресс-порошка можно почти в 2 раза увеличивать прочность материала сразу после прессования. Для каждого усилия прессования и дисперсности существует своя оптимальная влажность, которая находится в пределах 8-18%. Прочность после прессования возрастает с течением времени. Интенсивность набора прочности зависит от условий последующего хранения материала и технологических параметров получения водостойкого камня при прессовании.

Путем введения в бокситовый шлам различных модифицирующих добавок и безобжиговой переработки полученной смеси можно получить вяжущее, обладающее способностью как к контактному, так и к гидратационному твердению.

Наиболее эффективна эта технология при производстве мелкоштучных и фасонных строительных изделий. Себестоимость их будет находиться в пределах 20-30 тенге/шт, причем изделия будут иметь прочность после формования 6-13 МПа, водонепроницаемость - не менее 2 ати, морозостойкость - не менее 35 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Одной из актуальных проблем современного строительства является всемерное повышение уровня тепловой защиты зданий и снижение затрат на отопление. В развитых странах Европы и Америки имеются прецеденты сокращения мощностей по обогреву жилья до $3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$, что адекватно сжиганию приблизительно 3 кг условного топлива. В нашей стране, как впрочем и других странах СНГ со сходными климатическими условиями, этот показатель составляет более 90 кг (на 1 м^2 жилой площади).

Для улучшения существующего положения необходимо снижать теплопроводность стенового ограждения за счет:

- устройства многослойной стены с теплоизоляционной вставкой (что является затеей весьма нетехнологичной и дорогостоящей)

- устройства однослойной конструкции из легкого бетона с использованием эффективного пористого заполнителя.

Объемная масса большинства природных и искусственных пористых заполнителей для легких бетонов превышает $200 \text{ кг}/\text{м}^3$, а коэффициент теплопроводности колеблется от 0,08 до 0,19 $\text{ккал}/\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$. Исключением можно считать лишь пенополистирол, вспученные перлит и вермикулит. Однако и они не лишены ряда существенных недостатков. Так, своеобразная форма зерен и сильно развитая удельная поверхность вспученного перлита обуславливают высокую сорбционную способность, что вызывает необходимость высокого расхода вяжущего, а следовательно, высокого водо-твердого отношения. В результате объемная масса и теплопроводность бетонов повышаются, а прочность понижается. Существенными недостатками гранулированного пенополистирола являются его низкая термостойкость, горючесть и высокая стоимость.

В нашей стране наиболее распространенным по объемам производства искусственным пористым заполнителем для легких бетонов является керамзит, насыпная плотность которого в среднем $580-650 \text{ кг}/\text{м}^3$, что позволяет получать бетон на его основе плотностью не менее $1200-1250 \text{ кг}/\text{м}^3$. Для обеспечения уровня нормированных теплопотерь толщина наружной стены из такого керамзитобетона должна быть не менее 50 см. Из экономических соображений, а также из-за применения заниженных нормативов теплозащиты наружных стен, принятых еще в советское время, толщина стандартных керамзитобетонных стеновых панелей составляет 35 см., что обуславливает высокий уровень теплопотерь и указанных выше затрат на обогрев зданий и сооружений.

На базе отвалных шламов производства глинозема можно получить искусственный пористый наполнитель для легких бетонов или производства эффективных тепло- и звукоизоляционных материалов, обладающий объемной массой в пределах $80-300 \text{ кг/м}^3$, имеющий форму зерен близкую к сферической (с минимальной площадью поверхности), характеризующийся высокой адгезией к минеральным и органическим связующим, термостойкий и негорючий.

На фоне огромного дефицита собственных пористых наполнителей и экономической невозможности их импорта из стран даже ближнего зарубежья организацию промышленного производства такого материала можно расценивать как один из стратегических шагов по реализации государственной программы импортозамещения. Рациональные области применения нового наполнителя на основе отходов глиноземного производства можно определить как:

- производство высокоэффективных теплоизоляционных материалов и изделий на минеральных и синтетических связках для стенового ограждения зданий;
- изготовление акустических материалов, защитных покрытий, штукатурок, декоративных изделий и конструкций;
- изготовление огнезащитных покрытий для тепловой изоляции промышленного оборудования, трубопроводов, специальных коммуникаций.

На базе этого наполнителя предполагается получение тепло- и конструкционно-теплоизоляционных материалов плотностью от 100 до 600 кг/м^3 , теплопроводностью $0,07-0,08 \text{ ккал/м}^*\text{ч}^*\text{град}$, что позволит уменьшить толщину наружных стен при обеспечении нормативного уровня сопротивления теплопередачи до 12-18 см, существенно снизить массу стеновых изделий и конструкций, а следовательно, нагрузку на фундаменты, сократить трудоемкость работ при производстве монтажных и отделочных работ, общие энерго- и капиталоемкость строительства.

Экономический эффект для народного хозяйства Республики от внедрения стенового материала нового вида, учитывая намечающиеся огромные объемы капитального строительства и перспективу возможности резкого сокращения затрат на отопление зданий и экономии дефицитного топлива, можно оценивать как весьма значительный.

Преимуществом предлагаемой технологии можно считать существенное снижение энергоемкости производства, обусловленное относительно низкой температурой вспучивания бисера, а также возможность организации выпуска продукции по двухстадийной схеме, согласно которой на первой стадии производится изготовление гранулята заданной фракции, а на второй - его вспучивание (по аналогии с производством пенополистирола). В составе сырьевой шихты предполагается использование широкой номенклатуры других промышленных

отходов промышленности, что позволит резко снизить себестоимость продукта, существенно расширить сырьевую базу производства, решать экологические вопросы регионов. Бесспорным достоинством технологии является возможность организации производства на существующих линиях без существенной реконструкции и переделки технологического оборудования. Практически все производственное оборудование может быть изготовлено на местных машиностроительных предприятиях. Технология полностью исключает необходимость использования дефицитных или дорогостоящих узлов или агрегатов.

Одной из особенностей фазово-минералогического состава бокситовых шламов глиноземного производства является относительно высокое содержание водорастворимых щелочных соединений, оставшихся в них после выщелачивания спека, которые при определенных условиях могут обуславливать появление «высолов» на поверхности изделий и конструкций. Так, например, в шламе Волховского алюминиевого завода их количество составляет 2,6 - 7,2%, Павлодарского - 2,4 - 4,5%, Тихвинского - 3-5,5%.

Для удаления щелочей разработаны различные способы предварительной обработки шлама (например, многократная промывка шлама, прокаливание при $T = 800-900$ °C). Однако они довольно трудо- и энергоемки, к тому же не позволяют полностью избавиться от щелочей в шламе. Эффективной в этом плане является автоклавная обработка бетонов, изготовленных на шламобелитовом вяжущем или использование различных способов химического связывания щелочных соединений введением компонентов алюмосиликатного состава.

Вместе с тем, как представляется, довольно перспективным может оказаться использование бокситовых шламов в дорожном строительстве, для устройства оснований и нижних конструктивных слоев дорожных одежд. В этом случае «высолы» не играют столь существенной роли, как в ограждающих конструкциях зданий и сооружений. Не сказывается столь отрицательно и замедленная гидратация двухкальциевого силиката, содержащегося в шламе в большом количестве. В свое время в Омском филиале СоюздорНИИ и Институте физико-химических основ переработки минерального сырья АН СССР были проведены широкие лабораторные исследования и опытно-производственные работы, показавшие возможность и экономическую целесообразность вяжущих из бокситового шлама глиноземного производства для устройства укрепленных оснований дорожных одежд.

Последнее предопределяет эффективность использования бокситовых шламов в качестве основного компонента смешанного вяжущего для закладки горных выработок. Соответствующие исследования в этих направлениях были выполнены еще 70-80 годах, однако результаты их практического применения не нашли.

Обнадеживающие результаты по применению в псшх промышленных зданий бетона с использованием бокситовых шламов в качестве гидравлически активного компонента пспучены в работах Уральского филиала ВАМИ // . В данном случае введение молотого шлама в бетонную смесь дает эффект не только снижения требуемого расхода цемента, но и повышения стойкости при действии концентрированных щелочных сред.

Главной отличительной особенностью бокситовых шламов, образующихся при переработке бокситов способом «Байера», является высокое содержание соединений железа в их составе и высокая дисперсность (фракций размером до 5 мкм - 55 - 75%). Эти обстоятельства в основном и определили основные направления их возможной утилизации. Их можно применять при окусковывании железных руд и концентратов [1], для очистки промышленных и сточных вод [2,3], в качестве плавней или железисто-алюминатной корректирующей добавки к сырьевым смесям порг-ландцементного клинкера [4], как добавку к керамическим массам при изготовлении строительного кирпича [5], в производстве искусственных пористых заполнителей [6], труб [2], черепицы [7], как тонкодисперсный наполнитель в композиционных материалах [8] по данным [9] шлам может использоваться для производства огнеупоров, цветных глазурей, легких фасонных изделий, красок. Их можно применять для десульфуризации газов [10], как катализатор при гидрогенезации углей [11], в качестве микронаполнителя для асфальтобетонных смесей.[12].

ВЫВОДЫ:

1. Отвальные шламы глиноземного производства относятся к группе наиболее многотоннажных (после отходов угледобычи и горнообогатительных производств) отходов промышленности, характеризующихся комплексом ценных свойств, их высокой однородностью и стабильностью. Любые задержки с утилизацией этих отходов означают необходимость в нарастающих капитальных и эксплуатационных затратах на их удаление, хранение, а также предотвращение вредных от них последствий для различных отраслей народного хозяйства и окружающей среды.

2. Одним из стратегических направлений утилизации отвальных шламов глиноземного производства можно считать разработку и промышленное внедрение бесклинкерных (или с минимальным содержанием клинкера) гидравлических вяжущих самой широкой номенклатуры (глиношпамовый порошок, белитовый цемент, гипсошлакобелитовые вяжущие, известково-шламовые низкомарочные цементы, смешанные гидравлические гипсы, песчано-шламовые смеси для плотных силикатных бетонов и автоклавных ячеистых бетонов, местные пшамокарбонатные портландцементы и др.), реализация которого позволит уже сегодня высвободить для нужд строительства более 15000 т высокомарочных цементов и будет способствовать существенному повышению эффективности капитальных вложений.

3. На базе отвальных бокситовых шламов технически и технологически возможна и экономически целесообразна организация широкомасштабного производства особлегкого искусственного пористого заполнителя для легких бетонов и получения других высокоэффективных тепло- и звукоизоляционных материалов, особенно на фоне намечающихся огромных объемов капитального строительства и перспективы возможности резкого сокращения затрат на отопление зданий и экономии дефицитного топлива, которая может расцениваться как воплощение одной из приоритетных задач Программы индустриально-инновационного развития Республики

4. Интересы народного хозяйства требуют полного и комплексного использования многокомпонентных остатков как действующих глиноземных производств, так и строящихся. Решение этой задачи предполагает определение всех направлений эффективной утилизации шламовых отходов, проведения комплекса научных исследований и проектно-конструкторских работ по всестороннему вовлечению в производство отвальных бокситовых и нефелиновых шламов и выявлению возникающих при этом прямых и обратных технико-экономических связей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 4589274. Япония, 1972.
2. Патент 1469953, Франция, 1961.
3. Экологическая технология. Переработка промышленных отходов в строительные материалы: Сб. науч.тр. Свердловского политехнического ин-та. - Свердловск, 1984. - с 74
4. Корнев В.Ч., Сусс А.Г. Переработка красных шламов в цементной промышленности // Цемент.-1983.-№8.-с. 13-14
5. Изготовление искусственного легкого заполнителя из красного шлама/ Патент Японии №51-5850, Кл. 22 ЕП (С 04 В 31/02)
6. Чистяков Б.З. Особенности и преимущества использования нефелинового цемента в строительстве // Цемент. - 1978. - №5. - с. 10-12
7. Патент 3280672. Япония, 1961
8. Чистякова А.А., Коучене М.В. Свойства нефелиновых шламов, полученных при переработке различного исходного сырья // Цемент.-1976. - №10.с. 20-21
9. Шморгуненко Н.С., Корнеев В.И. Комплексная переработка и использование отвальных шламов глиноземного производства. - М.: Металлургия, 1982.
- Ю.Чистяков Б.З. Использование отходов промышленности в строительстве,- Л.: Лениздат, 1977.-с. 143
- И.Патент 536710, Япония, 1983.
- 12.Куринов Б.С. Применение кварцевого песка в качестве минерального порошка // Автомобильные дороги. - 1979. - №5. - с. 17-18

II УДК 621.365.9

Ш ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ И КОАКСИАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ ИНДУКЦИОННОГО ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЯ

К.В.Хацевский*Павлодарский государственный университет**им. С. Торайгырова*

Бұл жұмыста жылытқыштардың электромагниттік және жылу техникасының пайдаланылуының өзара байланысқан үш дүңгінін арттыруға мүмкіндік тудыратын индукциялық жүйелерді есептеудің көпшілікке тусінікті сараптау (аналитикалық) әдістерін жасау мәселесі қарастырылған.

III! В настоящей работе рассматривается создание доступного аналитического метода расчетов индукционных систем, позволяющих проводить взаимосвязанную оптимизацию электромагнитных и теплотехнических характеристик нагревателей.

Making an available analytical method of calculations of induction systems, allowing to organize an interconnected optimization of electromagnetic and termotechnical descriptions of heaters is considered in this paper.

1 Постановка задачи

Двойное функциональное назначение вторичного контура индукционного нагревателя, образованного коаксиальными цилиндрами, включает преобразование электроэнергии в тепловую с последующим нагревом теплоносителя (жидкостей или газов). Это определяет решение электротепловой задачи с целью определения оптимального соотношения массогабаритных показателей при достижении максимальной эффективности с соблюдением требуемых тепловых режимов элементов теплогенератора. Возможность локального нагрева отдельных областей нагревательной системы и ее средняя интегральная температура определяет класс изоляции индуктора.

Общая оценка тепловых полей на основе анализа взаимодействия теплоносителя с цилиндрами изложена в [1] по данным теплового расчета перепада температур омываемой водой поверхности и теплоносителя. В этой работе проведено исследование тепловых характеристик теплообменной камеры в функ-

ции ширины кольцевого канала теплообменника с целью определения возможности создания устройства нагрева трансформаторного типа с применением общепромышленных изоляционных материалов. В качестве основного критерия поиска оптимального варианта использовалась величина перепада давлений по длине теплообменника, не превышающая общепринятой величины при проектировании систем отопления 100 Па/м. В [1] исследования проводились для электронагревателей трансформаторного типа. Эскиз теплообменника из двух concentрических цилиндров приведен на рис. 1.

Полученные расчетные зависимости уровня нагрева внутренних поверхностей теплообменника в предельных режимах функционирования по максимальной температуре воды убедительно показали возможность реализации устройства с обмоточными структурами, имеющими общепринятый в трансформаторостроении класс нагревостойкости изоляции. Однако следует ориентироваться на установленные температурные перепады между теплоносителями и внутренней поверхностью теплообменника. Так как устройство индукционного нагрева работает с внутренними источниками тепла в нагреваемых цилиндрах, температуры наружной и внутренней поверхностей цилиндров могут существенно отличаться из-за несовпадения поверхностей теплосъема и поверхности максимального выделения мощности.

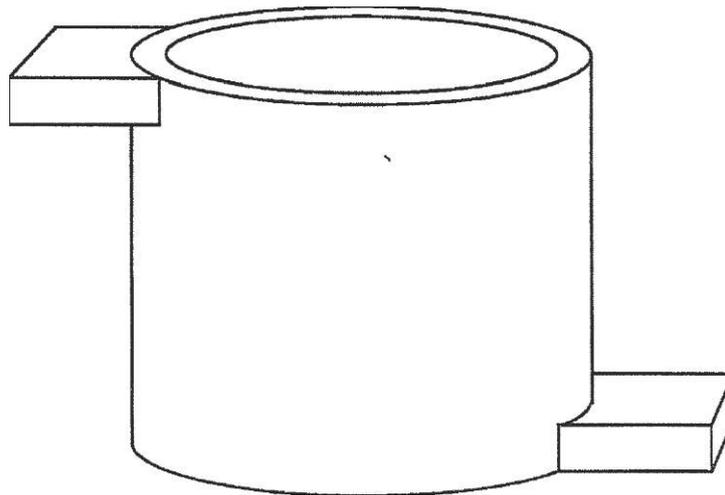


Рисунок 1 - Эскиз теплообменника из двух concentрических цилиндров

2 Моделирование температурного поля по толщине коаксиальных цилиндров

Решение тепловых задач в рассматриваемом случае необходимо проводить для внутреннего, промежуточного и наружного цилиндров нагревательной системы. В случае использования системы коаксиальных цилиндров с промежуточным цилиндром его температурное поле оказывается частным случаем рассматриваемой тепловой задачи, так как интенсивный теплосъем для этого цилиндра будет наблюдаться с внутренней и наружной поверхностей. При этом необходимо будет учитывать увеличение температуры теплоносителя по мере его нагрева и, следовательно, изменение коэффициента теплообмена. Более сложная задача возникает при рассмотрении протекающих процессов на внутреннем и наружном цилиндрах.

Поверхностями взаимодействия с электромагнитным полем являются внутренние поверхности цилиндров, обращенные к индуктору, и относительно этого процесса оба короткозамкнутых цилиндра находятся в равнозначных положениях. Существенные отличия имеют внутренний и наружный цилиндры по теплотехническим механизмам взаимодействия с окружающей средой. Теплосъем энергии, выделяющейся в цилиндрах, циркулирующим теплоносителем между цилиндрами осуществляется с наружной поверхности внутреннего цилиндра и с внутренней поверхности наружного цилиндра. Это приводит к возникновению перепада температур по толщине внутреннего цилиндра за счет несовпадения поверхности максимального тепловыделения и поверхности теплосъема теплоносителем. Отметим здесь же, что именно температура внутренней поверхности внутреннего цилиндра за счет пространственной близости к первичной обмотке (индуктору) определяет технические требования к электрической изоляции индуктора. На рис. 2 приведена схема распределения энергетических потоков на внутреннем и наружном цилиндрах: $q_{\text{г}}^{\text{с}}$ - удельный поток электромагнитной энергии; $q_2 = q_a$ - удельный поток с внутренней поверхности внутреннего цилиндра в сторону индуктора; $q_{\text{г}}^{\text{с}}$ - удельный поток с наружной поверхности внутреннего цилиндра в теплоноситель; $q_{\text{г}}^{\text{с}}$ - удельный поток с внутренней поверхности наружного цилиндра в теплоноситель; q_a - удельный поток с наружной поверхности наружного цилиндра (взаимодействие с воздухом).

Плотность теплового потока на наружной стенке внутреннего цилиндра, взаимодействующей с теплоносителем, определяется тепловым полем в самом цилиндре. Распределение температуры по толщине цилиндра будет оставаться неизменным во времени при постоянной мощности P , неизменных тепловых потоках от цилиндра в сторону индуктора и теплоносителя.

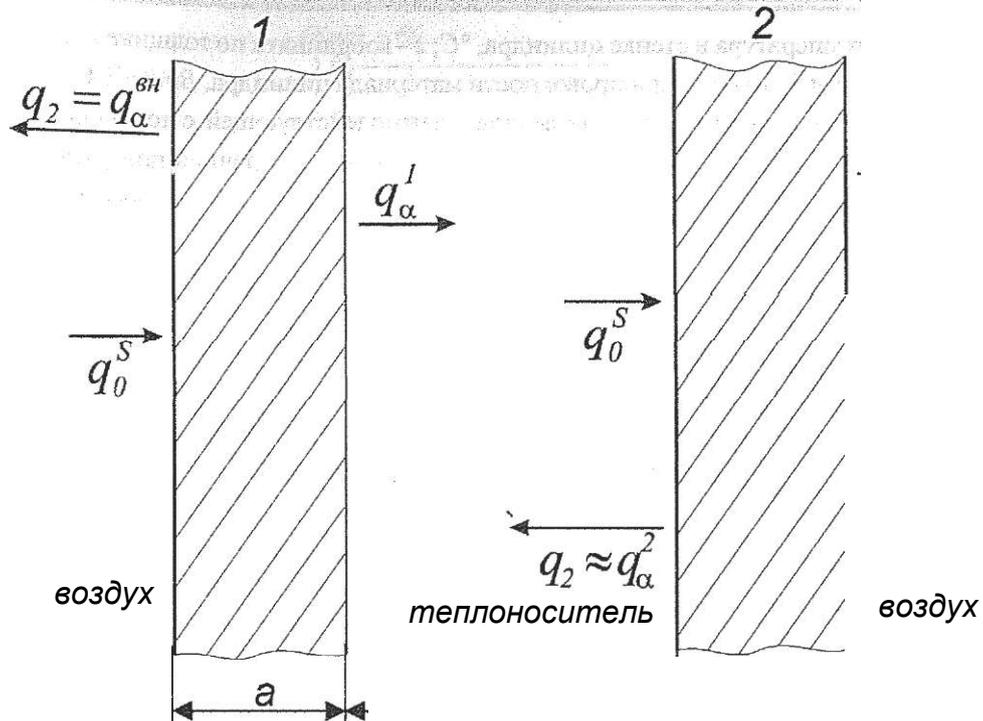


Рисунок 2 - Схема распределения энергетических потоков на внутреннем цилиндре (1) и наружном цилиндре (2)

Эти положения послужили основой для выбора начальных и граничных условий при рассмотрении тепловых процессов на основе уравнения теплопроводности с учетом внутренних источников тепла

$$\text{П7} \quad q^{\nu}(z) \quad n$$

$$\sim \frac{dz}{N} \Big|_{z=0}^{z=L} \quad (2)$$

$$T|_{z=a} = T_2; \quad (3)$$

$$v \quad v \quad \frac{z}{Ars} \quad (4)$$

где T - температура в стенке цилиндра, °C; z - координата по толщине цилиндра, m ; λ - коэффициент теплопроводности материала цилиндра, $Вт/(м \cdot °C)$; T_2 - температура наружной стенки цилиндра, взаимодействующей с теплоносителем, °C; q_2 - удельная плотность теплового потока от внутренней поверхности цилиндра в сторону первичной обмотки (индуктора), $Вт/м^2$. Последняя составляющая теплового баланса q_2 может достигать нулевого значения или менять знак, если температура индуктора окажется выше температуры внутренней поверхности цилиндра. В этом случае внутренний цилиндр будет выполнять функции охладителя для первичной катушки (индуктора).

Распределение температуры в стенке цилиндра получено после двойного интегрирования уравнения теплопроводности и определения постоянных интегрирования на граничных поверхностях (внутренней и наружной стенках цилиндра):

$$T(z) = T_2 + \frac{q_2}{\lambda} \left[\frac{z^2}{2} - a^2 \right] + \frac{q_2 a}{\lambda} \left[\frac{z}{a} - 1 \right] \quad (5)$$

где q_2 - удельная активная поверхностная мощность электромагнитного поля на внутренней поверхности цилиндра, $Вт/м^2$, a - толщина цилиндра, m .

После введения относительной температуры $\theta = (T - T_2) / (q_2 a / \lambda)$ расчетное выражение получило вид [2,3]

$$\theta \left(\frac{z}{a} \right) = \frac{z^2}{2a^2} - \frac{z}{a} + 1 + \frac{z}{a} \quad (6)$$

где $T_{jj} = 1 - (q_2 / \lambda a)$ - коэффициент, характеризующий теплообмен между внутренней поверхностью цилиндра и индуктором. Графическая интерпретация уравнения (6) показана на рис.3 и рис.4.

Для практических расчетов возможно использование действительной температуры, которая находится из уравнения $T = T_2 + \theta (q_2 a / \lambda)$. Следовательно, на рис. 3 и рис. 4 по оси ординат при $\theta(z/a) = 0$ должно стоять значение конкретной температуры $T = a \cdot q_2 / \lambda$.

На рис.5 представлены распределения максимальной относительной температуры на внутренней поверхности цилиндра $T_{y=d} - T_2$ зависимости от a/D_3 цилиндра при трех значениях $h_r=1,0; 0,8; 0,6$. Анализ этих характеристик показывает, что с точки зрения снижения перепада температуры $\Delta T = T_{z=q} - T_2$ целесообразно цилиндр выполнять с параметрами $a < D_3$, что выполняется для немагнитных сталей и цветных металлов, когда толщина стенки выбирается исходя из оптимизации электромагнитных процессов.

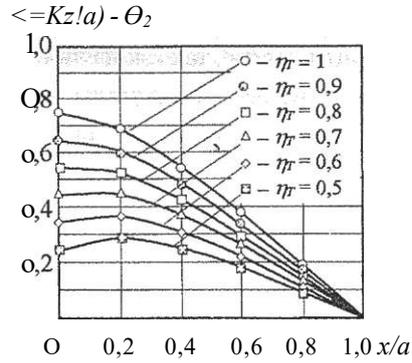


Рисунок 3 - Распределение относительной температуры по толщине цилиндра $b/a=2$ и различных значениях коэффициента h_r

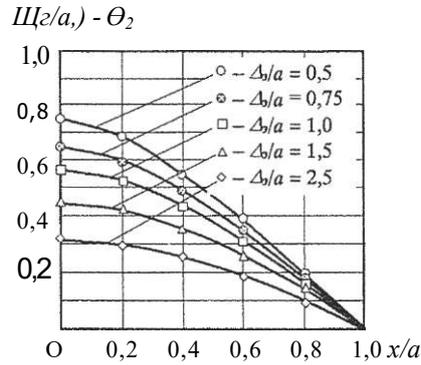


Рисунок 4 - Распределение относительной температуры по толщине цилиндра при $h_r=1,0$ и различных значениях коэффициента $D Ja$

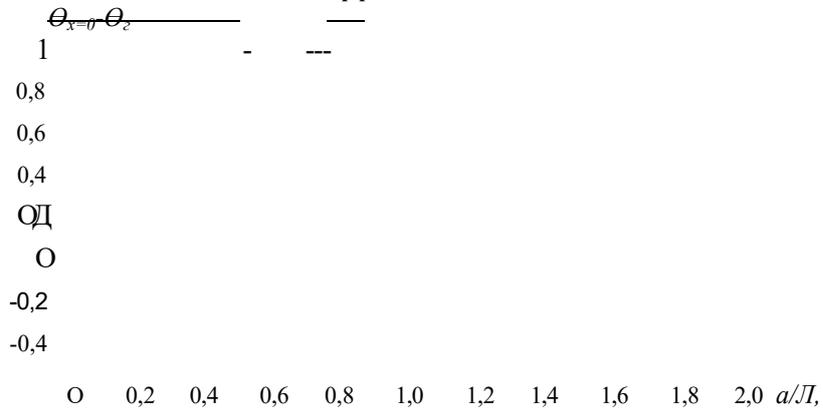


Рисунок 5 - Распределение максимальной относительной температуры на внутренней поверхности цилиндра в зависимости от его толщины

Для внутренней поверхности наружного цилиндра значение коэффициента $\beta = I - q_2 j q^{\wedge}$, стремится к нулю, так как шэтой повфхности протекает тенсивный теплообмен с теплоносителем и находится максимум выделяющейся мощности в цилиндре. Каквцдно из анализа зависимостей, приведенныхнарис.6 ирис.7, при увеличении удельного теплового потока q , что соответствует увеличению a и уменьшению коэффициента h^{\wedge} , происходит снижение температурного перепада по толщине цилиндра с одновременным смещением максимума температурной кривой в глубь стенки цилиндра. Тепловой баланс для этою цилиндра записывается на основании закона Ньютона следующим образом: $q^S_Q - q_2 = q_{тр} = OC_{ир} (T_2 - T_{окр})$, где T_2 – температура наружной поверхности. Рассчитанные значения q могут изменяться от 1230 до 1768 $Вт/м^2$, а коэффициент

$\Pi_r = 0,02-0,03$

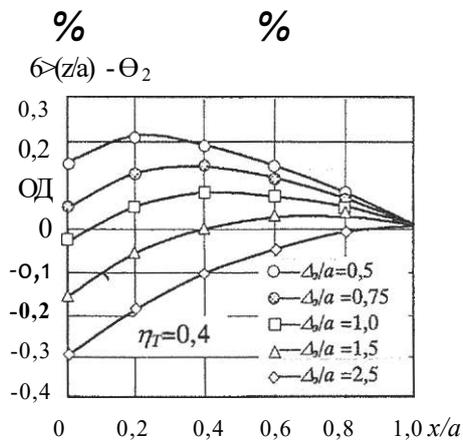


Рисунок 6 - Распределение относительной температуры по толщине цилиндра при $h_r=0,4$ при различных соотношениях D/a

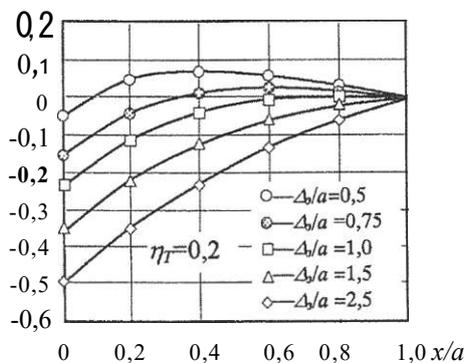


Рисунок 7 - Распределение относительной температуры по толщине цилиндра при $h_r=0,2$ при различных соотношениях D/a

При таких значениях коэффициента α на основании численного анализа можно считать, что по сечению второго цилиндра перепад температуры незначителен, им можно пренебречь и считать, что температура на наружной поверхности цилиндра равна температуре поверхности внутри цилиндра, т.е. $T_2' = T_2$. По правилам устройства электроустановок поверхности, имеющие такой уровень температур, должны иметь специальные ограждения, предотвращающие возможность случайного прикосновения обслуживающего персонала. Снижение удельной поверхностной мощности нагрева до $q^* = 18,6 \text{ кВт/м}^2$, $\alpha = 695 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$ и нагреве воды до температуры 80°C снижает температуру внешнего цилиндра до $72-107^\circ\text{C}$ а тепловой поток в окружающую среду до 1000 Вт/м^2 .

3 Выводы

Разработанный метод расчета температуры цилиндров теплообменников индукционных систем трансформаторного типа позволяет получить температурные характеристики системы нагрева и сформулировать технические требования для выбора необходимого класса электрической изоляции индуктора (первичной обмотки нагревателя трансформаторного типа), оценить энергетическую эффективность нагрева теплоносителя за счет определения тепловых потерь в окружающую среду, а также получить исходные характеристики для решения вопроса о необходимости установки внешнего ограждения при превышении температуры внешнего габаритообразующего цилиндра над допускаемыми температурами.

Введение в индукционную систему нагрева коаксиальных цилиндров позволяет обеспечить высокий электрический КПД и коэффициент мощности для любой системы нагрева с выполнением цилиндров из магнитных или немагнитных материалов. Этим и объясняется большой интерес к устройствам индукционного нагрева с ферромагнитными сердечниками с произвольным количеством коаксиальных цилиндров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елшин А.И. Конструкции и расчет трансформаторных устройств низкотемпературного нагрева для жизнеобеспечения человека. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000.
2. Алиферов А.И., Хацевский К.В., Кислов А.П. Тепловые режимы работы индукционных систем трансформаторного типа// Экологически перспективные системы и технологии: Сб. науч. тр. / Под ред. Чердниченко В.С. - Новосибирск: Изд-во НГТУ. - 2000. - Вып. 4. - С. 122 - 129.

3. Чердниченко В.С., Новиков Ю.П. Расчет тарельчатого аппарата для разделения и очистки металлов возгонкой в вакууме // Вакуумные процессы в цветной металлургии. Алма-Ата: Наука. - 1971. - С. 95 - 100.
4. Вайнберг А.М. Индукционные плавильные печи. - М.: Энергия, 1967. - 415 с.
5. Низкотемпературный электронагрев / Альтгаузен А.П., Гутман М.Б., Малышев С.А. и др. - М.: Энергия, 1978. - 208 с.
6. Петухов Б.С. Опытное изучение процессов теплопередачи. - М. - Л.: Госэнергоиздат, 1952. - 344 с.

УДК 629.114.2-585

Щ ПОСТРОЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ II ПЛАНЕТАРНЫХ КП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ПРИСОЕДИНЯЕМЫХ РЯДОВ

В.М. Шарипов§§§ *Московский государственный технический университет*

“” «МАМИ»

Мақалада аралас іліністі планетарлы беріліс қорабын жобалау және есептеу мәселіер қарастырылады.

В статье рассматриваются вопросы проектирования и расчета планетарных коробок передач со смешанными видами зацепления.

The article considers the issues of design and computing a planetary
ШШ *gearbox with a hybrid kind of meshing.*

В мощных промышленных тракторах, автомобилях и особенно в быстроходных гусеничных машинах все более широкое применение находят планетарные коробки передач (ПКП), которые позволяют увеличить среднюю скорость движения машины ввиду сокращения времени на переключение передач, имеют более высокий КПД и облегчают процесс управления при существенном снижении веса и габаритных размеров конструкций. Методика построения наиболее рациональных кинематических схем ПКП для заданных значений ее передаточных чисел достаточно хорошо отработана [1 - 3] и широко используется в практике проектирования ПКП как двумя, так и с тремя степенями свободы.

При синтезе схем ПКП, кроме одновенцовых трехзвенных дифференциальных механизмов (ТДМ) смешанного зацепления шестерен, наиболее часто используют ТДМ внешнего зацепления с двумя солнечными шестернями или смешанного зацепления с двумя эпициклами. Эти механизмы могут иметь малые значения характеристик[^] планетарного ряда ($1 < K < 1,5$), их обычно komponуют с одновенцовыми ТДМ смешанного зацепления шестерен, образуя компактные структуры ПКП с

присоединяемыми рядами. Такие структуры упрощают конструкцию ПКП, так как в двух расположенных рядом независимых ТДМ имеются лишь четыре центральных звена (две солнечные шестерни, эпицикл и общее водило или два эпицикла, солнечная шестерня и общее водило) вместо шести.

Недостаток присоединяемых рядов - более низкий КПД в относительном движении $\gamma|_0$ (при остановленном водиле), что снижает общий КПД ПКП. Так, в присоединяемом ряде внешнего зацепления с двумя солнечными шестернями $u_0=0,91$, в ряде смешанного зацепления с двумя эпициклическими шестернями $\gamma|_0=0,95$, а в ТДМ смешанного зацепления $\gamma|_0=0,96$. Однако присоединяемые ряды применяют в схемах ПКП, как правило, на неосновных мало используемых по времени передачах.

Условие присоединения (создания компактных структур ПКП) - совпадение индексов двух центральных звеньев, включая водило, у основного и присоединяемого планетарных рядов. Если у основного планетарного ряда совпадающий индекс, кроме водила, имеют солнечная шестерня или эпицикл, то присоединяемый ряд будет соответственно внешнего или смешанного зацепления с двумя последовательно связанными сателлитами.

Рассмотрим пример построения кинематической схемы ПКП с двумя степенями свободы, реализующей передаточные числа $u = 3,2$, $u = 1,74$, $u = 1$, $u = -2,6$ и $u = -0,86$. Анализ схем ТДМ, которые могут быть использованы в данном случае, представлен в таблице (w_g и n_T - частота вращения соответственно ведущего и ведомого вала ПКП; n_p , n_2 , n_3 и n_2 - частота вращения тормозного звена ПКП соответственно первой и второй передач переднего и заднего хода). ТДМ отбраковывали по характеристике планетарного ряда и частоте вращения сателлитов $n_{\text{во}}$, предполагая, что $n_{\text{еи}} = 2000 \text{ мин}^{-1}$, а схема ПКП будет составлена только из ТДМ со смешанным зацеплением шестерен, для которых $1,5 < K < 4$.

Применяемые для сателлитов серийные подшипники качения допускают под нагрузкой относительную частоту вращения колец до 6000 мин^{-1} , а без нагрузки - до 10000 мин^{-1} . Поэтому при $n_{\text{во}} < 6000 \text{ мин}^{-1}$ уравнение кинематики ТДМ считается годным для дальнейшего исследования, при $6000 < n_{\text{во}} < 10000 \text{ мин}^{-1}$ - условно годным, а при $n_{\text{во}} > 10000 \text{ мин}^{-1}$ - негодным. Исходя из этого, годными являются уравнения 3, 10 и 19, а искомая схема ПКП должна включать четыре ТДМ

для получения четырех передач с $n_{вц}$ Поэтому необходимо рассмотреть и условно годные ТДМ, описываемые уравнениями 1, 7, 11, 12 и 15.

| №. | Уравнение кинематики ТДМ | K | n_{B0} $\wedge_{вц}$ | Структурная схема | Примечание |
|----|--|------|---------------------------|--|-----------------------|
| 1 | $n_{вц} + 2,2n_{1-3}, 2n_{вм} = 0$ | 2,2 | 3,6 | $\begin{array}{ c} 1 \\ \hline вм \\ вц \end{array}$ | Условно годное |
| 2 | $n_2 + 1,35n_{вц} - 2,35n_{вм} = 0$ | 1,35 | | | Исключить по K |
| 3 | $n_{m1} + 2,6n_{вм} - 3,6n_{.}, = 0$ | 2,6 | 1,95 | $\begin{array}{ c} вм \\ \hline -1 \\ вц \end{array}$ | Годное |
| 4 | $Паи + U бПец - 2,1 бн.2 = 0$ | 1,16 | | | Исключить по K |
| 5 | $Птц + 1,62n_2 - 2,62n_j = 0$ | 1,62 | 10,1 | | Исключить по $n_{в0}$ |
| 6 | $ni + 1,01n_{m2}, 01n_{.i} = 0$ | 1,01 | | | Исключить по K |
| 7 | $n_j + 2,14n_m - 3,14n_{.2} = 0$ | 2,14 | 3,76 | $\begin{array}{ c} \hline вц \\ : \\ 1 \end{array} -2$ | Условно годное |
| 8 | $n_2 + 2,25n_{вц} - 3,25n_{.i} = 0$ | 2,25 | 5,5 | | Исключить ПО $Пво$ |
| 9 | $n_2 + 4,07n_{вц} - 5,07n_{.j} = 0$ | 4,07 | | | Исключить по K |
| 10 | $Пец + 1,78n_{.j} - 2,78П_{.2} = 0$ | 1,78 | 2,56 | $\begin{array}{ c} -1 \\ \hline вц \\ -2 \end{array}$ | Годное |
| 11 | $n_2 + 1,98n_m - 2,98n_{.}, = 0$ | 1,98 | 3,54 | $\begin{array}{ c} \hline вм \\ : \\ 2 \end{array} 1$ | Условно годное |
| 12 | $ni + 1,64n_{.j} - 2,64n_m = 0$ | 1,64 | 3,09 | $\begin{array}{ c} -1 \\ \hline вм \\ 1 \end{array}$ | То же |
| 13 | $n_2 + 1,18n_{r2}, 18n_m = 0$ | 1,18 | | | Исключить по K |
| 14 | $n_2 + 4,85n_{.j} - 5,85n_{e.v} = 0$ | 4,85 | s | | То же |
| 15 | $n_2 + 2,5n_{.2} - 3,5n_{w}, = 0$ | 2,5 | 3,67 | $\begin{array}{ c} -2 \\ \hline вм \\ 2 \end{array}$ | Условно годное |
| 16 | $n_w + 1,07n_{.2} - 2,07n_{.}, = 0$ | 1,07 | | | Исключить по K |
| 17 | $n_2 + 1,23n_{.j} - 2,23n_j = 0$ | 1,23 | | | То же |
| 18 | $n_{.2} + 1,1 h12 - 2,1 bli = 0$ | 1,1 | U | | То же |
| 19 | $n_{.}, + 2,82n_{.2} - 3,82n_{.}, = 0$ | 2,82 | 1,74 | $\begin{array}{ c} -2 \\ \hline -1 \\ 1 \end{array}$ | Годное |
| 20 | $n_2 + 6,23n_{.2} - 7,23n_{.i} = 0$ | 6,23 | | | Исключить по K |

Рассмотрим пример построения схемы ПКП, используя уравнения 10, 7, 1 и 2. Последнее было отбраковано по величине K , однако она может быть реализована в схеме ПКП путем использования присоединяемого ряда внешнего и смешанного зацепления с двумя последовательно связанными сателлитами. Предположим, что уравнение 2 годно и по величине n_{ω_0} относительной частоты вращения колец подшипника. Структурная схема ПКП для группы уравнений 10, 7, 1, 2 представлена на рисунке 1, а.

У основного ряда 1 и присоединяемого 2 совпадают индексы для водила, солнечной шестерни основного ряда и верхней стрелки для присоединяемого ряда. Тогда, согласно правилу, при совпадении у основного планетарного ряда индексов не только водила, но и солнечной шестерни, присоединяемый ряд будет внешнего зацепления с двумя последовательно связанными сателлитами.

На структурной схеме ПКП (рисунок 1, б) большая солнечная шестерня присоединяемого ряда внешнего зацепления обозначена штриховой стрелкой, так как эта шестерня общая для основного 1 и присоединяемого 2 рядов, а связь между солнечными шестернями обозначена штриховой линией. Как видно, солнечная шестерня основного ряда 1 одновременно является большой солнечной шестерней присоединяемого ряда 2 внешнего зацепления.

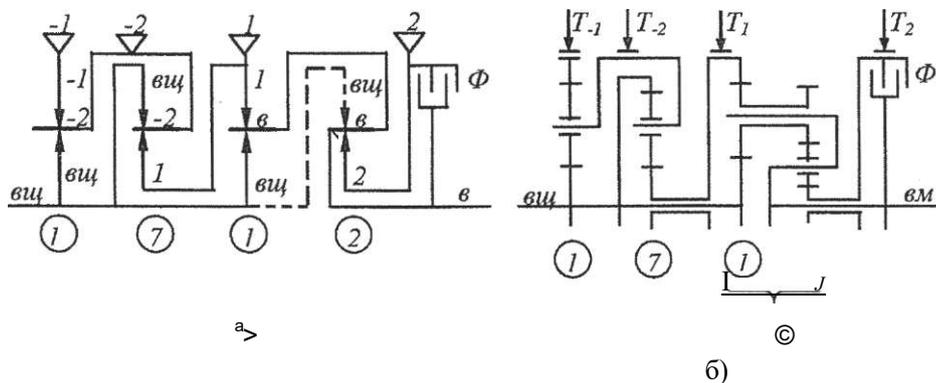


Рисунок 1. Схемы ПКП с присоединенным рядом внешнего зацепления:
а - структурная; б - кинематическая

В результате получена кинематическая схема ПКП с присоединенным рядом внешнего зацепления, обеспечивающая получение трех передач переднего хода

и двух заднего. Включение передачи с u^*1 осуществляется соответствующим тормозом T , а прямой передачи - блокировочным фрикционом Φ .

Рассмотрим пример построения схемы ПКП с присоединенным рядом смешанного зацепления, используя уравнения 11,1 (условно годные), 3 (годное) и 16 (снбраковано по величине/ $<$, см. таблицу). Однако величина K в последнем уравнении может быть реализована аналогично рассмотренному выше случаю.

Структурная схема ПКП для группы уравнений 11,1,3,16 представлена на рисунке 2, а. У основного ряда 3 и присоединяемого 16 совпадают индексы водила, эпицикла основного ряда и нижней стрелки присоединяемого ряда. Тогда, согласно правилу, если у основной планетарного ряда совпадающий индекс, кроме водила, имеет эпицикл, то присоединяемый ряд будет смешанного зацепления с двумя последовательно связанными сателлитами. Следовательно, в рассматриваемом примере можно использовать присоединяемый ряд смешанного зацепления с двумя эпициклическими шестернями.

На структурной схеме ПКП -(рисунок 2, б) малый эпицикл присоединяемого ряда смешанного зацепления обозначен штриховой стрелкой, так как он общий для основного 3 и присоединяемого 16 рядов, а связь между эпициклами обозначена штриховой линией. Как видно, эпицикл основного ряда 3 одновременно является малым эпициклом присоединяемого ряда 16 смешанного зацепления. Полученная схема ПКП обеспечивает получение трех передач переднего хода и двух заднего.

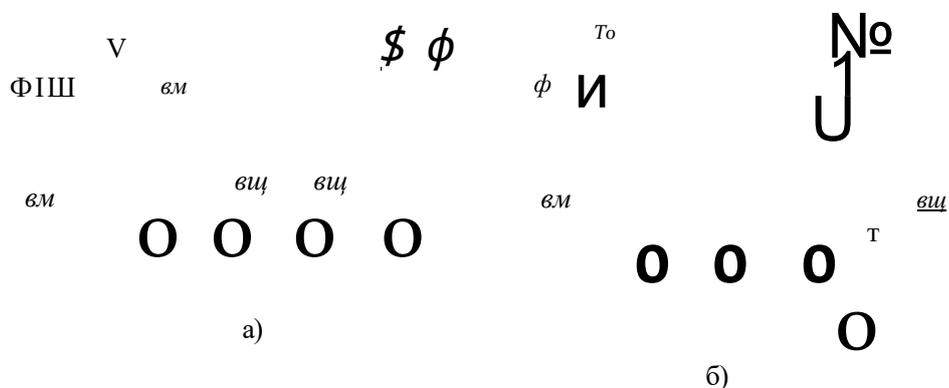


Рисунок 1. Схемы ПКП с присоединенным рядом смешанного зацепления: а - структурная; б - кинематическая

s

Таким образом, для выбора наиболее рациональной схемы ПКП необходимо выполнить все этапы ее синтеза [2, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Балдин В.А. Планетарные передачи в общем, транспортном и специальном машиностроении. -М.: МАДИ (ТУ), 2000.
2. Красеньков В.И., Ващев А.Д. Проектирование планетарных механизмов транспортных машин. --М.: Машиностроение, 1986.
3. Планетарные коробки передач /В.М. Шарипов и др. Под общ. ред. В.М. Шарипова. -М.: МГТУ «МАМИ», 2000.

‘ √’ П !

ВАШИ АВТОРЫ

Абдрахманов Ермаганбет Сейсенбекович - к.т.н., доцент кафедры металлургии. ПГУ им. С. Торайгырова.

Арынгазин Капар Шакимович - заведующий кафедрой. ТППиЗОС, ПГУ им. С. Торайгырова.

Ахметов Жанболат Елемесович - старший преподаватель кафедры металлургии ПГУ им. С. Торайгырова.

Батырханова Рахима Салтеиновна - лаборант кафедры ИСГС ПГУ им. С. Торайгырова

Гордиенко А.Н. - Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Дудак Николай Степанович - к.т.н., профессор Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова.

Ельмуратов Сембай Кайкенович - к.т.н., ПГУ им. С. Торайгырова.

Итыбаева Галия Тулеубаевна - ст. преподаватель, ПГУ им. С. Торайгырова.

Касенов Асылбек Жумабекович - ст. преподаватель, ПГУ им. С. Торайгырова

Кусманова Динара Ризахметовна - ст. преподаватель кафедры металлургии ПГУ им. С. Торайгырова.

Козионов Валерий Александрович - зам декана по УР. архитектур-

но-строительный факультет, ПГУ им. С. Торайгырова.

Кудерин Марат Крыкбаевич - декан архитектурно-строительного факультета ПГУ им. С. Торайгырова

Мустафин Д.К. - Управление архитектурно-строительного контроля, инспектирования и лицензирования по Павлодарской области

Никитин Геннадий Михайлович - д.т.н., профессор ПГУ им. С. Торайгырова.

Нуржауов Амангельды Нуржауович - зав. кафедрой транспортной техники, ПГУ им. С. Торайгырова

Олжабаев Рамазан Омырбекович - к.т.н., профессор, ПГУ им. С. Торайгырова.

Орынтаев Жанат Каирбекович - ст. преподаватель кафедры ИСГС-ПГУ им. С. Торайгырова.

Сержанов Радул Итаятович - старший преподаватель кафедры металлургии, ПГУ им. С. Торайгырова.

Станевич Виктор Тадеушевич - зав. кафедрой ИСГС, ПГУ им. С. Торайгырова.

Столбоушкин АЛО. Сибирский государственный индустриальный университет, Россия.

Токтаганов Толеугазы Токилович - декан факультета металлургии, машиностроения и транспорта ПГУ им. С. Торайгырова.

Торпищев Шамиль Камильевич - доцент, к.т.н., кафедры Промышленное гражданское строительство, 111 У им. С.Торайгырова.

Торпищев Фарид Шамильевич - лаборант НПЦ переводов ПТУ им. С.Торайгырова.

Тусупбекова Марал Жанбулатовна - ассистент кафедры металлургии, ПТУ им. С. Торайгырова

Рындин Владимир Витальевич к.т.н., профессор кафедры «Двигатели

и организация дорожного движения» 111 У им. С. Торайгырова.

Хацевский Константин Владимирович - К.Т.Н., доцент кафедра «Автоматизации и управления», 111У им. С. Торайгырова

Шарипов В.М. - Московский государственный технический университет «МАМИ»

Юрина Ольга Николаевна - аспирант Карагандинского металлургического института

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В журнал принимаются рукописи статей по всем направлениям естественных и технических наук в двух экземплярах, набранных на компьютере, напечатанных на одной стороне листа с полуторным межстрочным интервалом, с полями 3 см со всех сторон листа, и дискета со всеми материалами в текстовом редакторе "Word 7,0 С 97,2000) для Windows" (кегель - 12 пунктов, гарнитура - Times New Roman/KZ Times New Roman).

2. Статья подписывается всеми авторами. Общий объем рукописи, включая аннотацию, литературу, таблицы и рисунки, не должен превышать 8-10 страниц.

3. Статья должна сопровождаться рецензией доктора или кандидата наук для авторов, не имеющих ученой степени.

4. Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

- УДК по таблицам универсальной десятичной классификации;

- название статьи: кегель - 14 пунктов, гарнитура - Times New Roman Сут (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), заглавные, жирные, абзац центrovанный;

- инициалы и фамилиями автора(-ов), полное название учреждения: кегель - 12 пунктов, гарнитура - Arial (для русского, английского и немецкого языков), KZ Arial (для казахского языка), абзац центrovанный;

- аннотация на казахском, русском и английском языках: кегель - 10 пунктов, гарнитура - Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), курсив, отступ слева-справа -1 см, одинарный межстрочный интервал;

- текст статьи: кегель - 12 пунктов, гарнитура - Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), полуторный межстрочный интервал;

- список использованной литературы (ссылки и примечания в рукописи обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.1-84-например:

ЛИТЕРАТУРА

1. Автор. Название статьи //Название журнала. Год издания. Том (например, Т.26).-номер (например, № 3.)-страница (например, С. 34. или С. 15-24.)

2. Андреева С. А. Название книги. Место издания (например, М.:) Издательство (например, Наука), год издания. Общее число страниц в книге (например, 239 с.) или конкретная страница (например, С. 67.)

3. Петров И.И. Название диссертации: дисс. канд. биолог, наук. М.: Название института, год. Число страниц.

4. C.Christopoulos, The transmission-Line Modelling (TML) Method, Piscataway, NJ: IEEE Press, 1995.

На отдельной странице (в бумажном и электронном варианте) приводятся сведения об авторе:

- Ф.И.О. полностью, ученая степень и ученое звание, место работы (для публикации в разделе «Наши авторы»);
- полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, E-mail (для связи редакции с авторами, не публикуются);
- название статьи и фамилия(-и) автора(-ов) на казахском, русском и английском языках (для «Содержания»),

4. Иллюстрации. Перечень рисунков и подрисовочные надписи к ним предоставляются отдельно и в общий текст статьи не включают. На обратной стороне каждого рисунка следует указать его номер, название рисунка, фамилию автора, название статьи. На дискете рисунки и иллюстрации в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi (файлы с названием «Рис1», «Рис2», «Рис3» и т.д.).

5. Математические формулы должны быть набраны как Microsoft Equation (каждая формула - один объект). Нумеровать следует лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Автор просматривает и визирует гранки статьи и несет ответственность за содержание статьи.

7. Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи. Рукописи и дискеты не возвращаются. Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

8. Рукопись и дискету с материалами следует направлять по адресу:

637034, Республика Казахстан, г.Павлодар, ул. Ломова 64,

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова,

«Научный издательский центр ПГУ».

Тел. (3182) 45-11-23, 45-11-43,

факс: (3182) 45-11-23.

E-mail: publish@psu.kz

**Подписано в печать 22.04.2005 г.
Формат 297x420/2. Бумага книжно-журнальная.
Объем 6,1 уч.-изд. л. Тираж 300 экз.
Заказ № 0674**

**Научный издательский центр
Павлодарского государственного университета
им. С. Торайгырова
637034, г. Павлодар, ул. Ломова 64.**

