

ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

Адрес редакции:
140008, г. Павлодар,
ул. Ломова, 64.
Тел.: (7182) 67-36-69
(7182) 45-38-60
Факс: (7182) 45-11-23
E-mail: publish@psu.kz

МАЗМҰНЫ

Б.Б. Өтегұлов, А.Б. Өтегұлов, А.Б. Уахитова, С.Т. Әміргалинов Кернеуі 1000 В дейін бейтарабы окшауланған симметриялық емес тораптар	5
Қ.Ш. Арынгазин, М.Б. Мажимова, А.М. Еділбаева Нан өнімдері саласының кәсіпорындарынан атмосфераға шығарылатын тастауларды төмендету бойынша шаралар.....	9
К.М. Аяпбергенов, А.Х. Тілеуов Тұтынушының жүктемесімен желді электрлік құрылғылардың күштілігінің келісімі.....	13
Б.Б. Өтегұлов, А.Б. Өтегұлов, А.Б. Уахитова, Б.М. Бегентаев Бейтарабы окшауланған симметриялық емес тарапта жерге бір фазалы тұйықталу токтарының және кему тогының анықтамасы әдістері өңделген	18
Б.М. Бегентаев Бейтарабы окшауланған тарапта кему тогының анықтау әдісінің қателік талдауы.....	21
И.Н. Волошин, А.Х. Тілеуов Control builder f одақ «SC1_SIM» ортасында күнгей коллектор жұмыс еліктеуі.....	27
М.Э. Данилова, В.И. Данилов Дәрістерді жандандыру – жоғары білім берудің басты мәселесі.....	32
С.К. Елмуратов Қырлы плитаның кернеулі-деформациялық	36

Арын Е.М., д.э.н., профессор (главный редактор);
Утегұлов Б.Б., д.т.н., профессор (зам. гл. редактора);
Елмуратова А.Ф., к.т.н., доцент (отв. секретарь);

Члены редакционной коллегии:

Бороденко В.А., д.т.н., доцент;
Глазырин А.И., д.т.н., профессор;
Даукеев Г.Ж., к.т.н., доцент;
Елмуратов С.К., д.т.н., профессор;
Ергожин Е.Е., д.х.н., профессор;
Захаров И.В., д.т.н., доцент;
Каракаев А.К., д.т.н., профессор;
Кислов А.П. к.т.н., доцент;
Клецель М.Я. д.т.н., профессор;
Кудерин М.К. д.т.н., доцент;
Мансуров З.А., д.х.н., профессор;
Мурзагулова К.Б., д.х.н., профессор;
Новожилов А.Н., д.т.н., профессор;
Рустемова Г.Р., д.м.н., доцент;
Сапаров К.Т., к.г.н., доцент;
Сулеев Д.К., д.т.н., профессор;
Украинец В.Н., д.т.н., доцент;
Сейтахметова Г.Н.(тех. редактор).

ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

Издание зарегистрировано
Министерством культуры,
информации и общественного
согласия Республики Казахстан.
Свидетельство о постановке
на учет средства массовой
информации № 1924-Ж.

А.Ф. Елмуратова Дірін көздерінің гидравликалық динамикасы.....	41
Б.Б. Өтегұлов, А.Б. Өтегұлов, А.Б. Уахитова, М.К. Жапқұанышев 6 – 10 Кв электрлік желілерде жерге тұйықталу сыйымдылық тоғын қарымдалу тиімділігін көтеру әдісінің әзірленуі.....	44
В.А. Козионов Толықтырғышымен ірісынықты грунттарда іргетастар негізінің геомеханикалық моделі.....	52
П.В. Корниенко Цемент тас құрылымы мен олардың құрамасының арасындағы байланыстыру энергиясынан бетон қасиеттерінің тәуелділігі	60
Б.Б. Өтегұлов, И.В. Кошкин Кернеуі 1000 в бөліп тұратынның торапта апаттық тәртіп параметрлеріне өтетін кедергі ықпалын жасауы.....	67
М.К. Күдерин Жүктеменің соққысы әсерінде Т/Б плиталардың өзгерісі.....	75
Ю.П. Макушев, Л.Ю. Михайлова Дизель цилиндырындағы газдардың қысымын өлшеуге арналған датчигі.....	79
А.С. Сағынаева, А.Ж. Жұмалина, Д.Б. Тәттібаева Теңіз орамжапырағын ұнды өнімдеріне қосу арқылы йод мөлшерін арттыру.....	85
К.Т. Сақанов, К.К. Қасқырбаев Коммуналды сумен қамтамасыз ету жүйелердегі судың жоғалуын азайту жолдары.....	88
К.Т. Сақанов Қимасы тікбұрыш емес иілген элементтердің бетонының шекті деформациялары.....	93
В.Т. Станевич, Б.Ч. Құдрышова, Б.О. Смаилова, О.В. Станевич Керамикалық дренаж құбырларының өндірісі үшін өнеркәсіптің қалдықтарын қолдану.....	97
Б.Б. Өтегұлов, А.Б. Өтегұлов, А.Б. Уахитова, С.Т. Әміргалинов Экскаваторда кернеуі 1000 В дейінгі бейтарабы оқшауланған торапта қорғау сөндіру тәсілі.....	105
Б.Б. Өтегұлов, А.Б. Өтегұлов, А.Б. Уахитова, С.Т. Әміргалинов Кернеуі 1000 В дейін бейтарабы оқшауланған симметриялық емес торапта оқшаулама активті өткізгіштік анықтау әдісінің қателік талдауы.....	108
Б.Б. Өтегұлов, А.Б. Өтегұлов, А.Б. Уахитова, С.Т. Әміргалинов Кернеуі 1000 В дейінгі бейтарабы оқшауланған симметриялық торапта оңашалау параметрлерінің анықтама әдістемесі.....;	113

КОРРЕКТОРЫ:
Б.В. Нургожина (руз.)
Б.Б. Аубакирова (каз.)

ВЕРСТКА:
М.А. Ескожинова

© ПГУ им. С. Торайгырова

СОДЕРЖАНИЕ

Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов, А.Б. Уахитова, С.Т. Амурғалинов	
Анализ погрешности метода определения полной проводимости изоляции в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В	5
К.Ш. Арынгазин, М.Б. Мажимова, А.М. Едылбаева	
Мероприятия по снижению выбросов в атмосферу предприятиями отрасли хлебопродуктов	9
К.М. Аяпбергенов, А.Х. Тлеуов	
Согласование мощности ветроэлектрических установок с нагрузкой потребителя	13
Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов, А.Б. Уахитова, Б.М. Бегентаев	
Разработка методов определения токов однофазного замыкания на землю и утечки в несимметричной сети с изолированной нейтралью	18
Б.М. Бегентаев	
Анализ погрешности метода определения тока утечки в сети с изолированной нейтралью	21
И.Н. Волошин, А.Х. Тлеуов	
Имитация работы солнечного коллектора в среде разработки control builder f блок «SC1_SIM».....	27
М.Э. Данилова, В.И. Данилов	
Активизация лекций – важнейшая проблема высшего образования	33
С.К. Ельмуратов	
Напряженно-деформированное состояние ребристой плиты	36
А.Ф. Ельмуратова	
Динамика гидравлических виброисточников	41
Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов, А.Б. Уахитова, М. К. Жанкуанышев	
Разработка способа компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрической сети 6 – 10 кВ.....	44
К.Х. Жапаргазинова, С.Ж. Жумалин, А.Ж. Жумалина	
Сравнительный анализ присадок для моторных топлив.....	47
В.А. Козионов	
Геомеханическая модель основания фундаментов на крупнообломочных грунтах с заполнителем.....	52

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМ. С. ТОРАЙГЫРОВА

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Мнение авторов публикаций не всегда совпадает с мнением редакции.

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов.

Рукописи не возвращаются.

При использовании материалов журнала ссылка на «Науку и технику Казахстана» обязательна.

- П.В. Корниенко**
Зависимость свойств бетона от структуры цементного камня и энергии связи между ее составляющими.....60
- Б.Б. Утегулов, И.В. Кошкин**
Влияние переходного сопротивления на параметры аварийного режима в распределительной сети напряжением 6-10 Кв.....67
- М.К. Кудерин**
Поведение ж/б плит при ударном воздействии нагрузок...75
- Ю.П. Макушев, Л.Ю. Михайлова, И.В. Ставрова**
Датчик для измерения давления газов в цилиндре дизеля 79
- А.С. Сагинаева, А.Ж. Жумалина, Д.Б. Таттибаева**
Применение морской капусты в мучных национальных изделиях в целях повышения количества йода 85
- К.Т. Саканов, К.К. Каскирбаев**
Пути сокращения потери воды в коммунальном водоснабжении 88
- К.Т. Саканов**
Предельные деформации бетона в элементах с прямоугольной формой сжатой зоны.....93
- В.Т. Станевич, Б.Ч. Кудрышова,
Б.О. Смаилова, О.В. Станевич**
Использование отходов промышленности для производства керамических дренажных труб.....97
- Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов,
А.Б. Вахитова, С.Т. Амурғалинов**
Способ защитного отключения в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В на экскаваторах.....105
- Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов,
А.Б. Вахитова, С.Т. Амурғалинов**
Анализ погрешности метода определения активной проводимости изоляции в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.....108
- Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов,
А.Б. Вахитова, С.Т. Амурғалинов**
Методика определения параметров изоляции в симметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.....113

УДК 621.311

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ИЗОЛЯЦИИ В НЕСИММЕТРИЧНОЙ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов,

А.Б. Уахитова, С.Т. Амургалинов

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Выполнение каждого арифметического действия определения полной проводимости изоляции в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В содержит погрешность. Поэтому требуется произвести анализ погрешности. Производится анализ погрешности путем определения случайной относительной среднеквадратичной погрешности. При анализе погрешности необходимо учитывать влияние величины вводимой активной дополнительной проводимости. Анализ относительной среднеквадратичной погрешности определения полной проводимости изоляции в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В учитывает класс точности измерительных приборов.

На основе проведенного анализа погрешности определяются границы изменения величины напряжения фазы относительно земли в зависимости от изменения величины вводимой дополнительной проводимости между измеряемой величиной напряжения фазы электрической сети относительно земли, где погрешности определения искомых величин лежат в области допустимых пределах. При этом обеспечивается безопасность производства работ при эксплуатации трехфазной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В на горных предприятиях.

Анализ погрешности разработанного метода определения полной проводимости изоляции сети производится с использованием основных положений теории ошибок и теоретических основ электротехники [1].

$$y = \frac{\sqrt{3}U_{\phi o} U_{\phi o1} g_1}{U_{\phi o} (U_{\lambda} - \sqrt{3}U_{\phi o1}) - U_{\phi o1} (U_{\lambda} - \sqrt{3}U_{\phi o})}, \quad (1)$$

где $U_{\varepsilon}, U_{\phi_0}, U_{\phi_1}, g_1$ – величины, получаемые прямыми измерениями для косвенного определения полной проводимости изоляции сети.

Случайная относительная среднеквадратичная погрешность метода, при определении полной проводимости изоляции в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В, определяется из выражения:

$$\varepsilon_y = \frac{y_*}{\Delta} = \frac{1}{y} \sqrt{\left(\frac{\partial y}{\partial U_{\varepsilon}}\right)^2 \Delta U_{\varepsilon}^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial U_{\phi_0}}\right)^2 \Delta U_{\phi_0}^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial U_{\phi_1}}\right)^2 \Delta U_{\phi_1}^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial g_1}\right)^2 \Delta g_1^2} \quad (2)$$

где;
 $\frac{\partial y}{\partial U_{\varepsilon}}; \frac{\partial y}{\partial U_{\phi_0}}; \frac{\partial y}{\partial U_{\phi_1}}; \frac{\partial y}{\partial g_1}$

– частные производные функции $y = f(U_{\varepsilon}, U_{\phi_0}, U_{\phi_1}, g_1)$.

$\Delta U_{\varepsilon}, \Delta U_{\phi_0}, \Delta U_{\phi_1}, \Delta g_1$ – абсолютные погрешности прямых измерений величин $U_{\varepsilon}, U_{\phi_0}, U_{\phi_1}, g_1$ которые определяются следующими выражениями:

$$\begin{aligned} \Delta U_{\varepsilon} &= U_{\varepsilon} \Delta U_{\varepsilon*}; \quad \Delta U_{\phi_0} = U_{\phi_0} \Delta U_{\phi_0*}; \\ \Delta U_{\phi_1} &= U_{\phi_1} \Delta U_{\phi_1*}; \quad \Delta g_1 = g_1 \Delta g_{1*}. \end{aligned} \quad (3)$$

Для определения погрешности измерительных приборов принимаем, что $\Delta U_{\varepsilon*} = \Delta U_{\phi_0*} = \Delta U_{\phi_1*} = \Delta U_{g_1*}$, где ΔU_{*} – относительная погрешность измерительных цепей напряжения; $\Delta g_{1*} = \Delta R_*^{-1}$ – относительная погрешность измерительного прибора, измеряющего сопротивление вводимой дополнительной проводимости.

Определяем частные производные функции $y = f(U_{\varepsilon}, U_{\phi_0}, U_{\phi_1}, g_1)$ по переменным $U_{\varepsilon}, U_{\phi_0}, U_{\phi_1}, g_1$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial y}{\partial U_{\varepsilon}} &= \frac{-\sqrt{3}(U_{\phi_0} - U_{\phi_1})U_{\phi_0}U_{\phi_1}g_1}{U_{\varepsilon}^2(U_{\phi_0} - U_{\phi_1})^2}; \quad \frac{\partial y}{\partial U_{\phi_0}} = -\frac{\sqrt{3}U_{\varepsilon}U_{\phi_1}^2g_1}{U_{\varepsilon}^2(U_{\phi_0} - U_{\phi_1})^2}; \\ \frac{\partial y}{\partial U_{\phi_1}} &= \frac{\sqrt{3}U_{\varepsilon}U_{\phi_0}^2g_1}{U_{\varepsilon}^2(U_{\phi_0} - U_{\phi_1})^2}; \quad \frac{\partial y}{\partial g_1} = \frac{\sqrt{3}U_{\varepsilon}U_{\phi_0}U_{\phi_1}}{U_{\varepsilon}(U_{\phi_0} - U_{\phi_1})} \end{aligned} \quad (4)$$

Определяем случайную относительную среднеквадратичную погрешность полной у – проводимости изоляции фаз относительно земли в несимметричной электрической

сети путем решения уравнения (1) подставив в него значения частных производных уравнения (4) и значения частных абсолютных погрешностей (3), при этом полагая, что

$$\Delta U_* = \Delta R_*^{-1} = \Delta.$$

Тогда получим

$$\varepsilon_y = \frac{y_*}{\Delta} = \frac{U_{\phi_0}^2 - U_{\phi_{01}}^2}{(U_{\phi_0} - U_{\phi_{01}})^2} + 2. \quad (5)$$

Уравнение (5) выразим в относительных единицах

$$\varepsilon_y = \frac{y_*}{\Delta} = \sqrt{\frac{1 - U_*^2}{(1 - U_*)^2}} + 2 \quad (6)$$

где $U_* = \frac{U_{\phi_{01}}}{U_{\phi_0}}.$

На основе полученных математических уравнений случайных относительных среднеквадратичных погрешностей определения полной проводимости изоляции фаз электрической сети относительно земли строим зависимости изменения погрешности от функций изменения напряжения и от величины вводимой активной дополнительной проводимости, при использовании измерительных приборов с классом точности 0,5 (рис. 1):

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta y_*}{\Delta} = f(U_*, U_{1*}).$$

Математическая зависимость относительной среднеквадратичной погрешности полной проводимости изоляции фаз электрической сети с изолированной нейтралью (рис. 1) характеризует изменение погрешности в зависимости от величины активной дополнительной проводимости g_1 , которая вводится между фазой электрической сети и землей.

При определении полной проводимости изоляции фаз электрической сети относительно земли подбирается активная дополнительная проводимость g_1 , чтобы $U_* = 0,2 - 0,9$, при этом погрешность разработанного метода не превышает 10,0 % при использовании измерительных приборов кл. точности 1.0.

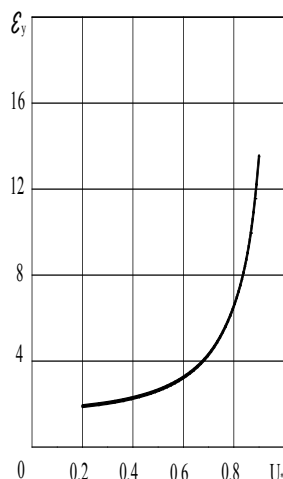


Рисунок 1 – Относительная среднеквадратичная погрешность определения полной проводимости изоляции сети напряжением до 1000 В

Следует отметить, что при использовании измерительных приборов с кл. точности 0.5, погрешности определения ϵ_y – полной проводимости изоляции уменьшается в два раза, что позволяет получить более достоверные данные при определении параметров изоляции по разработанным методам.

Разработанный метод обеспечивает удовлетворительную точность при определении полной проводимости изоляции сети, а также простоту и безопасность производства работ в действующих электроустановках напряжением до 1000 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайдель А.Н. Элементарные оценки ошибок измерений. – 3-е изд. – Ленинград: Наука, 1968. - с. 97.

Түйіндеме

Осы жұмыста электротехника теориялық негіздердің және негізгі жайларының теория қателері бойынша тораптың фазаларының бірі мен жер арасындағы оқшаулама зақым келудің толық өткізгіштікті анықтау әдісінің қателік талдауы көрсетілген. Бұл әдіс қанағаттанарлық дәлдігін қамсыздандырады, қарапайымдылығын және кернеуі 1000 В дейін әрекеттегі электрқондырғыларда жұмыстарды жүргізу қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Resume

In work made analysis of inaccuracy of developping method of determination of packed conductivity of insulating to electrical network with using the main positions of theory of mistakes and theoretical bases electrical engineering. According to tinned data a method ensures satisfactory accuracy at determination of parameters to insulation, as well as simplicity and safety of construction in acting electrical installation by voltage before 1000V

УДК 628.395

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ОТРАСЛИ ХЛЕБОПРОДУКТОВ

К.Ш. Арынгазин, М.Б. Мажимова, А.М. Едылбаева

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Всемерное оздоровление и улучшение условий труда, защита окружающей среды – важнейшие задачи подъема народного благосостояния. Для обеспечения санитарно – гигиенических условий труда, устраняющих травматизм и профессиональные заболевания, на всех предприятиях отрасли пищевой промышленности необходимо внедрять современные средства техники безопасности, шире использовать достижения науки и техники, совершенствовать технологические процессы и транспортные средства с целью сокращения выброса вредных веществ в окружающую среду и улучшения очистки отходящих газов от вредных примесей, увеличить выпуск высокоэффективных газопылеулавливающих аппаратов, водоочистного оборудования, а также приборов и автоматических станций контроля за состоянием окружающей среды. Одним из основных мероприятий, направленных на улучшение условий и охраны труда на предприятиях отрасли, снижения пылевых выбросов в атмосферу, остается борьба с пылью, в чем значительная роль принадлежит аспирации.

Пыль попадает в воздушную среду производственных помещений в результате:

- несоблюдения технологической, производственной и трудовой дисциплины;
- несовершенства технологических процессов;
- недостаточной герметичности технологического, транспортного и аспирационного оборудования;
- наличия открытых во время работы машин смотровых люков и крышек;
- отсутствия или недостаточности разрежения в оборудовании, бункерах;
- завалов оборудования зерном и продуктами его переработки;
- отсутствия эффективных средств уборки производственных помещений.

Основная причина повышенного содержания пыли в аспирационных выбросах - неправильная эксплуатация аспирации, что ведет к уносу пыли из оборудования и к повышению пылевой нагрузки на пылеуловители и их неэффективной работе.

С целью обеспечения нормальных условий работы на предприятиях отрасли хлебопродуктов необходимо, чтобы содержание пыли в воздухе рабочей зоны не превышало предельно допустимых концентраций (ПДК), указанных в таблице 1.

ПДК зерновой пыли, равная 4 мг/м³, установлена на элеваторах, хлебоприемных предприятиях, семяочистительных и комбикормовых заводах, в зерноочистительных отделениях мукомольных заводов и крупозаводов. ПДК мучной пыли, равная 6 мг/м³, - в

размольных и выбойных отделениях мукомольных заводов, шелушильных и выбойных отделениях крупяных заводов.

Таблица 1

ПДК пыли в воздухе рабочей зоны

Пыль	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Зерновая	4	3
Мучная	6	3

Мероприятия по борьбе с пылью на предприятиях отрасли подразделяются на две категории:

I - это обеспечение чистоты воздуха (согласно нормам) внутри производственного помещения;

II - очистка воздуха, выбрасываемого в атмосферу, что предотвращает потери ценных пищевых и кормовых продуктов.

Для борьбы с пылью внутри производственных помещений необходимо:

- обеспечить ритмичную работу предприятия (без простоев и перегрузок);
- строго соблюдать трудовую и производственную дисциплину;
- совершенствовать способы ведения технологических процессов.

Для этого на мукомольных заводах, например, следует:

- сократить количество тонкоизмельченного продукта, гранулировать отруби и т. д.;
- на комбикормовых заводах - гранулировать комбикорма, вводить в них жидкие компоненты, измельчать продукты до необходимой крупности, так как тонкоизмельченный комбикорм не пригоден для кормления животных, он засоряет их дыхательные пути;
- повышать качество изготовления и монтажа (особенно герметичности) технологического, транспортного и аспирационного оборудования и эффективность его работы, а также эффективность уборки пыли, повышать культуру производства;
- обеспечивать эффективную работу аспирационных установок.

Для обеспечения чистого воздуха, выбрасываемого в атмосферу, необходимо проводить следующий комплекс мероприятий:

1. Уменьшить выбросы воздуха в атмосферу в результате:

- снижения количества воздуха, отсасываемого от оборудования, без ущерба качества его аспирации. Этого достигают повышением герметичности оборудования и поддержанием внутри него разрежения в пределах 10-30 Па, а также уменьшением длины и угла наклона самотечных труб, по которым поступает продукт и эжектируемый воздух, либо установкой тормозящего устройства типа каскадного спуска (рисунок 1). Такое устройство снижает объем эжектируемого воздуха при транспортировке зерна в четыре раза, а отрубей - в десять раз;

- использования оборудования с замкнутым циклом подачи воздуха;
- кольцевания «переточным воздухопроводом бункеров над и под оборудованием», работающим периодически, а также применения рециркуляции воздуха.

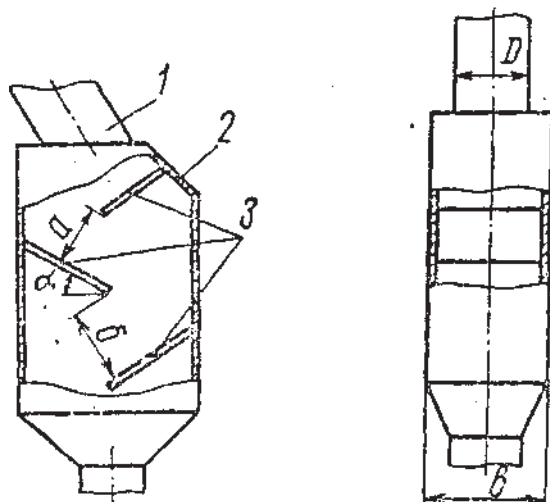


Рисунок 1. Тормозящее устройство типа каскадного спуска:

1 - самотечная труба; 2 - стенка устройства; 3 - тормозящие пластины

2. Уменьшить пылесодержание каждого кубометра выбрасываемого в атмосферу воздуха. Для этого надо сократить количество пыли, забираемой вместе с воздухом из оборудования. При этом одновременно снижается пылевая нагрузка на пылеуловитель.

Это достигается совершенствованием технологических процессов, установкой отсасывающих патрубков, в частности конфузоров (переходных патрубков), у которых площадь нижнего сечения рассчитывается с учетом обеспечения в ней рекомендуемой скорости воздуха в зависимости от физико-механических свойств пыли (для зерновой пыли не более 2 м/с, для мучной не более 1 м/с, для тонкодисперсной пыли комбикормового производства не более 0,3-0,8 м/с), а верхнего - с учетом начальной скорости воздуха в воздуховодах (табл.2).

Отношение высоты конфузора к диаметру воздуховода должно быть больше 0,6, а располагать конфузор следует как можно дальше от самотечного трубопровода, по которому продукт поступает в оборудование.

3. Применять рациональные схемы очистки воздуха от пыли: двухступенчатую (циклон + фильтр при очистке от зерновой) и одноступенчатую (фильтр при очистке от мучной пыли).

4. Повышать качество самого пылеулавливающего оборудования и его обслуживания.

5. Обеспечивать работу всей аспирационной установки в расчетном режиме.

Таблица 2

Рекомендуемые начальные скорости воздуха в воздуховодах

Предприятие	Начальная скорость воздуха, м/с, не менее	
	Вертикальное направление	Горизонтальное направление
По хранению зерна,	12	14
По переработке зерна:		
зерноочистительное отделение	12	14
другие отделения	10	12

Антропогенное загрязнение атмосферы является одним из главных факторов, влияющих на нарушения равновесия в системе природа – человек. Общеизвестно, что состояние здоровья человека находится в тесной взаимосвязи с качеством атмосферного воздуха.

Пыль попадающая в производственную среду и атмосферу может вызывать у работающих воспаление соединительной оболочки глаз - конъюнктивиты, иногда переходящие в трахому и вызывающие ухудшение зрения.

Разложение систематически попадающей в полость рта мучной пыли (с образованием молочной, уксусной и других кислот) действует разрушающе на эмаль и дентин зубов.

Работа в цехах, где происходит усиленное выделение пыли, косвенным образом повреждает даже слух.

По воздействию на организм человека (по вредности) пыль предприятий системы хлебопродуктов относится к 3 классу опасности и, следовательно, ее содержание должно периодически контролироваться.

Слизистые оболочки носа и глотки человека выполняют защитные функции. Они не только очищают вдыхаемый воздух от пыли, но и уничтожают микробы. Однако загрязнение этих оболочек резко снижает, а иногда и парализует их защитные функции. Пыль снижает также антибиотические функции кожных покровов человека. Пыль органического происхождения может вызывать различного рода аллергические заболевания: ринит (насморк), конъюнктивит, бронхит, астму, кожные заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешковская В.В. Совершенствование работы аспирационных установок на предприятиях системы хлебопродуктов. – М.: ЦНИИТЭИ «Хлебпродинформ», 1995. - 139 с.
2. Арынгазин К.Ш. Автоматизированная подготовка данных к анализу мероприятий по выбросам мелькомбината. Научный журнал «Наука и техника Казахстана». - Павлодар, ПГУ им. С.Торайгырова, 2008. с. 5 – 10.

Түйіндеме

Мақалада аспирационды тастаулардың құрамында шаңның болу себептері мен нан өнімдері жүйесінің кәсіпорындарында шаңмен күрес бойынша шаралар қарастырылады.

Resume

On article of action for decrease in emissions in atmosphere the branch enterprises хлебопродуктов. In article are considered the reason of the raised maintenance of a dust in аспирационных emissions and actions for struggle against a dust at the enterprises of system of bakeries.

УДК 621.311

СОГЛАСОВАНИЕ МОЩНОСТИ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С НАГРУЗКОЙ ПОТРЕБИТЕЛЯ

К.М. Аяпбергенов, А.Х. Тлеуов

Казахский агротехнический университет, г.Астана

Одной из основных проблем, возникающих при выборе ветроустановки, является согласование мощности ветроэлектрической установки (ВЭУ) с мощностью нагрузки конечного потребителя и местными метеорологическими условиями. Процессы, напрямую связанные с использованием текущего значения скорости ветра, в частности, генерация электроэнергии в ВЭУ, имеют сложный случайный характер, так что их характеристики обладают статистическим разбросом и неопределенностью средних ожидаемых значений. Также остается открытым вопрос выбора номинальной мощности ВЭУ при заданной номинальной мощности и суточным графиком электрических нагрузок потребителя с условием полного покрытия потребности в электроэнергии и минимизации затрат на ежегодную эксплуатацию ВЭУ

В настоящее время в мире используются различные методики выбора мощности ВЭУ. Одни основаны на среднесуточных скоростях ветра, другие на выборе мощности по максимальной пиковой нагрузке потребителя, третьи основаны на годовых выработках электрической энергии.

Для решения данной проблемы предлагается задаться следующими граничными условиями:

1. Годовое количество выработанной электрической энергии ВЭУ должна быть больше или равна необходимому годовому количеству электроэнергии для потребителя.

$$W_{\text{ВЭУ}} \geq W_{\text{Потр}}$$

2. Ежегодные затраты на эксплуатацию ветроустановки (B , тг), приведенные к годовому количеству выработанной электрической энергии (W , кВтч), должны стремиться к минимуму.

$$\frac{B}{W} \rightarrow \text{MIN}$$

В качестве примера будем использовать среднее статистическое фермерское хозяйство на 25 и 50 голов КРС, молочного направления, расположенную в Акмолинской области и отдаленную от ближайшей точки подключения к электрическим сетям на расстояние не менее 15-20 км. Технологические карты подобных ферм могут незначительно отличаться друг от друга, исходя из местных условий. Основные технологические процессы таких хозяйств: водоснабжение, освещение, доение, кормление, подогрев воды и уборка

навоза. На основании этого были составлены технологические карты для января месяца, которые приведены на рисунках 1-3 и в таблицах 1-2.

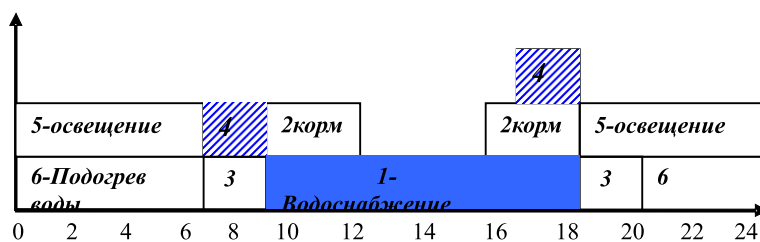


Рисунок 1 - Технологическая карта комплексной механизации на 25-200 голов

Таблица 1

Электроприемники фермы на 25 голов

Наименование процесса	Мощность P, кВт	Время работы	кол-во раз в сутки	Категория по надежности	условия резервирования
1 Водоснабжение	0,6	12	1	2	
2 Кормление	0,8	6	2	2	
3 Доение	1,2	4	2	1	1,2 кВт
4 Уборка и транс. навоза	0	0	0	3	
5 Освещение	0,6	12	1	2	0,2 кВт
6 Подогрев воды	0,5	10	2	2	

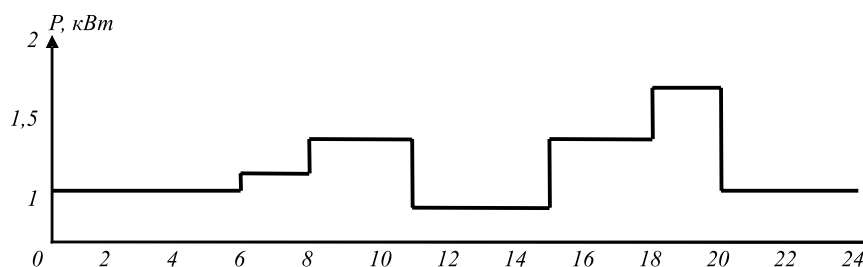


Рисунок 2 - График нагрузок для фермы в 25 голов КРС

Таблица 2

Электроприемники фермы на 50 голов

Наименование процесса	Мощность P, кВт	Время работы	кол-во раз в сутки	Категория по надежности электроснаб.	условия резервирования
1 Водоснабжение	0,8	12	1	2	
2 Кормление	1,2	6	2	2	
3 Доение	1,5	4	2	1	1,5 кВт
4 Уборка и транс. навоза	0,4	2	2	3	

5	Освещение	0,8	12	1	2	0,3 кВт
6	Подогрев воды	0,8	10	2	2	

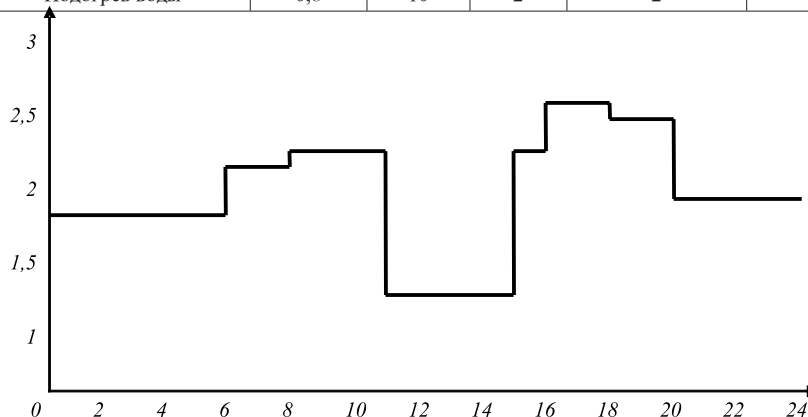


Рисунок 3 - График нагрузок для фермы в 50 голов КРС

Как видно из графиков максимальная нагрузка для фермы в 25 и 50 голов составляет 1,8 кВт и 2,4 кВт соответственно. Далее для нахождения необходимой мощности ВЭУ воспользуемся формулой определения номинальной мощности (Pн) ВЭУ от среднесуточной и расчетной скоростей ветра:

$$P_{ВЭУ} = \frac{V_{РАСЧ}^3}{V_{СР.СУТ}^3} P_{НАГР} \quad (1)$$

Среднесуточные скорости определяются по данным многолетних наблюдений и приведены в таблице 3.

Таблица 3

Среднесуточные скорости ветра (м/с)

Месяц\час	0	3	6	9	12	15	18	21
январь	3,97	3,87	3,77	3,98	4,28	4,75	4,14	3,87
апрель	3,02	3,24	3,13	3,12	3,70	4,57	4,82	4,42
июль	2,47	2,32	2,25	2,63	3,33	3,69	3,56	2,87
октябрь	3,11	3,13	3,04	3,21	3,99	4,62	4,32	3,51

В качестве расчетных скоростей ветра ВЭУ возьмем скорости от 7 до 10 м/с. Мощностью нагрузки зададимся произвольно от 1 до 30 кВт. Подставим полученные данные в выражение 1. Результаты расчетов сведем в таблицу 4 и представим на рисунках 4-5.

Таблица 4 - Мощность ВЭУ в зависимости от расчетных и среднесуточных скоростей ветра

Рнагр, кВт	Vрасч = 7 м/с		Vрасч = 8 м/с		Vрасч = 9 м/с		Vрасч = 10 м/с	
	Вср.сут., м/с	Рвэу, кВт	Вср.сут., м/с	Рвэу, кВт	Вср.сут., м/с	Рвэу, кВт	Вср.сут., м/с	Рвэу, кВт
1	4,08	5,05	4,08	7,54	3,75	13,79	3,62	21,15
2	4,08	10,11	4,08	15,09	3,75	27,58	3,62	42,30
3	4,08	15,16	4,08	22,63	3,75	41,37	3,62	63,45
5	4,08	25,27	4,08	37,72	3,75	68,95	3,62	105,75
10	4,08	50,54	4,08	75,44	3,75	137,91	3,62	211,50
20	4,08	101,08	4,08	150,88	3,75	275,82	3,62	423,00
30	4,08	151,62	4,08	226,32	3,75	413,73	3,62	634,51

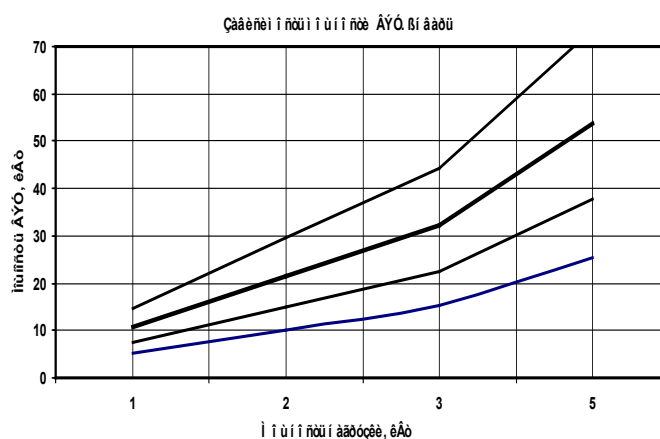


Рисунок 4 - Зависимость мощности ВЭУ при различных Vрасч для января месяца

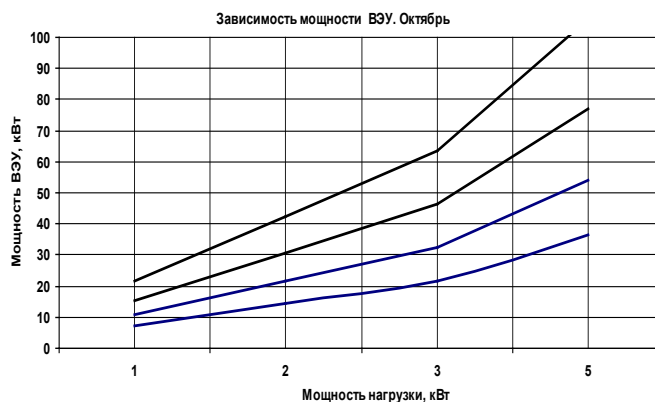


Рисунок 5 - Зависимость мощности ВЭУ при различных Vрасч для октября месяца

Таким образом, основываясь на графиках нагрузки фермерских хозяйств и мощности ветроустановок, вырабатываемой при различных расчетных и ожидаемых среднесуточных скоростях ветра, можно построить совместные графики вырабатываемых и потребляемых мощностей (рисунки 6 и 7).

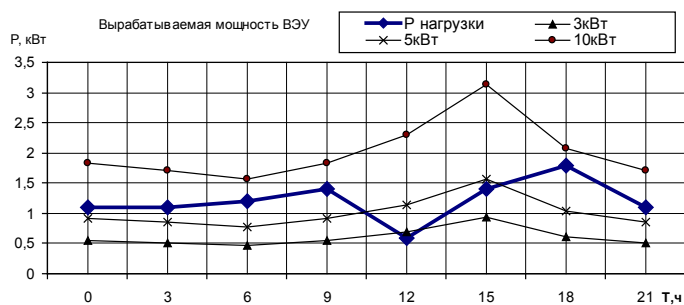


Рисунок 6 - совместные графики выработки и потребления электрической энергии для фермы в 25 голов

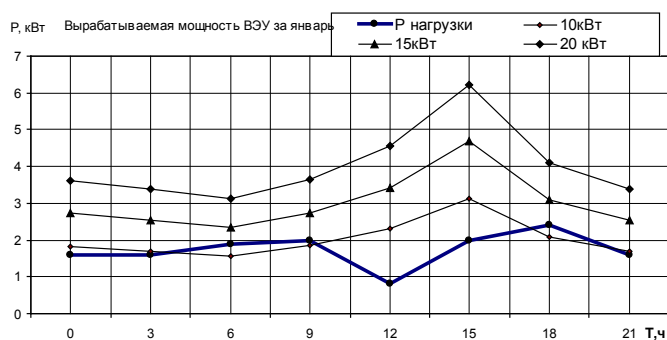


Рисунок 7 - совместные графики выработки и потребления электрической энергии для фермы в 50 голов

Как видно из рисунков 6 и 7, для номинальной нагрузки в 1,8 кВт полностью обеспечивает электроэнергией ветроустановка мощностью 10кВт, с расчетной скоростью ветра 7м/с, а для нагрузки 2,4 кВт ветроустановка мощностью 15 кВт.

Годовое потребление электроэнергии фермы в 25 голов составит

$$1,5 \text{ кВт} * 8760 \text{ ч} = 13140 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

а для фермы в 50 голов:

$$2 \text{ кВт} * 8760 \text{ ч} = 17480 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Түйіндеме

Жұмыста тұтынушы жүкті тиесімен қуаттылықтар жел электрлік құрулардың салыстыруын көрсетеді. Фермерлік шаруашылықтардың жүкті тиесу графиктарында және қуаттылықтар құрыла, дағдыланатынын жел әртүрлі есеп айыратын және күтілетін орта тәуліктік жылдамдықтары жанында, дағдыланатын және тұтынушы қуаттылықтардың бірге графиктары салынған.

Resume

In work presented by согласование powers from winds of electrical installation with the consumer load. Founding on graphs of farmer facilities load and powers from winds of installation, worked out under different accounting and expected average overnight velocities winds, built joint graphs worked out and consumed powers.

УДК 621.311

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКОВ ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ И УТЕЧКИ В НЕСИММЕТРИЧНОЙ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов, А.Б. Уахитова, Б.М. Бегентаев

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

При эксплуатации сетей напряжением до 1000 В на горных предприятиях необходимо знать величины токов однофазного замыкания на землю и утечки с целью разработки организационных и технических мероприятий. По организационным и техническим мероприятиям повышается эффективность работы устройств защитного отключения, а также производится контроль напряжения прикосновения и шага. Так как напряжение прикосновения и шага являются основными параметрами характеризующее состояние электробезопасности при эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 В на горнодобывающих предприятиях. Поэтому требуется разработать новые методы определения токов однофазного замыкания на землю и утечки в трехфазной несимметричной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В. Так как разработанные ранее методы не нашли своего применения за счет сложности производства работ при измерении тока однофазного замыкания на землю. На пример метод прямого замыкания на землю разработанный профессором Л.В. Гладилиным. Использование метода прямого замыкания на землю является не безопасным, поскольку при этом в месте замыкания будет иметь место максимальное значение величин напряжения прикосновения и шага. Кроме того, при прямом замыкании напряжения двух других фаз будут равными линейным значениям, что может привести к многофазному короткому замыканию, то есть к аварийному режиму, где потребуются дополнительные капитальные вложения на устранение причин выхода из строя электрооборудования или средств канализации электрической энергии. Другие методы разработаны для определения тока однофазного замыкания на землю в симметричных сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В и использование их в несимметричных сетях не обеспечивает удовлетворительную точность.

Разработанные методы определения токов однофазного замыкания на землю и утечки в трехфазной несимметричной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В основывается на методе определения параметров изоляции в данной сети. Метод определения параметров изоляции в трехфазной несимметричной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В основан на измерении величин модулей линейного напряжения и напряжения фаз А, В и С относительно земли до и после подключения активной дополнительной проводимости g_1 между фазой А электрической сети и землей.

При этом полагается, что имеет место повреждение изоляции между фазой А и землей электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.

По измеренным величинам модулей U_{ϵ} – линейного напряжения и напряжения фаз $U_A, U_{A1}, U_{\hat{A}}, U_{\hat{A}1}, U_{\hat{N}}, U_{\hat{N}1}$ относительно земли до и после подключения активной дополнительной проводимости g_1 и с учетом активной дополнительной проводимости производится определение искомых величин по математическим формулам:

– полная проводимость изоляции электрической сети

$$y = \frac{\sqrt{3}U_A}{U_A \sqrt{U_{\epsilon}^2 + 3U_{A1}^2 - \sqrt{3[4U_{\epsilon}^2 U_{A1}^2 - (U_{C1}^2 - U_{B1}^2)^2]}} - U_{A1} \sqrt{U_{\epsilon}^2 + 3U_{\hat{A}}^2 - \sqrt{3[4U_{\epsilon}^2 U_{\hat{A}}^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}} g_1, \quad (1)$$

– активная проводимость повреждения изоляции фазы электрической сети относительно земли

$$g_o = \frac{\sqrt{3}U_{A1} \sqrt{U_{\epsilon}^2 + 3U_{\hat{A}}^2 - \sqrt{3[4U_{\epsilon}^2 U_{\hat{A}}^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}}{U_A \sqrt{U_{\epsilon}^2 + 3U_{A1}^2 - \sqrt{3[4U_{\epsilon}^2 U_{A1}^2 - (U_{C1}^2 - U_{B1}^2)^2]}} - U_{A1} \sqrt{U_{\epsilon}^2 + 3U_{\hat{A}}^2 - \sqrt{3[4U_{\epsilon}^2 U_{\hat{A}}^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}} g_1. \quad (2)$$

Ток однофазного замыкания на землю в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В определяется, совместным решением равнения (1) определения полной проводимости изоляции электрической сети с уравнением закона Ома для участка цепи выраженные через полную проводимость и описывается математическим уравнением

$$I_o = \acute{o} \cdot \frac{U_{\epsilon}}{\sqrt{3}} = \frac{U_{\epsilon} U_A}{U_A \sqrt{U_{\epsilon}^2 + 3U_{A1}^2 - \sqrt{3[4U_{\epsilon}^2 U_{A1}^2 - (U_{C1}^2 - U_{B1}^2)^2]}} - U_{A1} \sqrt{U_{\epsilon}^2 + 3U_{\hat{A}}^2 - \sqrt{3[4U_{\epsilon}^2 U_{\hat{A}}^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}} g_1. \quad (3)$$

Для определения тока утечки в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В используется математическая зависимость

$$I_{yt} = g_o \cdot U_{A1}. \quad (4)$$

Решая совместно уравнения (2) и (4) определяется величина тока утечки в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В по формуле

$$I_{yt} = \frac{\sqrt{3}U_{A1}^2 \sqrt{U_A^2 + 3U_{A1}^2} - \sqrt{3[4U_A^2 U_{A1}^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}{U_A \sqrt{U_A^2 + 3U_{A1}^2} - \sqrt{3[4U_A^2 U_{A1}^2 - (U_{C1}^2 - U_{B1}^2)^2]}} - \frac{-U_{A1} \sqrt{U_A^2 + 3U_{A1}^2} - \sqrt{3[4U_A^2 U_{A1}^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}{g_1}. \quad (5)$$

Разработанные методы определения токов однофазного замыкания на землю и утечки в трехфазной несимметричной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В основанный на измерении величин модулей линейного напряжения и напряжения фаз А, В и С относительно земли до и после подключения активной дополнительной проводимости между фазой А электрической сети и землей.

Для коммутации активной дополнительной проводимости используется резервный выключатель нагрузки, где активная дополнительная проводимость составляет R=1000 Ом, сопротивления марки ПЭ-1000, которую путем параллельно последовательным соединением обеспечивают требуемая мощность рассеивания, а для измерения напряжения используются вольтметры Э-315, с классом точности 0,5.

Полученные математические зависимости определения токов однофазного замыкания на землю и утечки в трехфазной несимметричной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В правомерны при повреждении изоляции между фазой А и землей. Для использования разработанного метода определения токов однофазного замыкания на землю и утечки в трехфазной несимметричной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В при повреждении изоляции между другой фазой электрической сети и землей необходимо учесть чередование согласно теоретических основ электротехники для трехфазной электрической сети.

Разработанные методы определения токов однофазного замыкания на землю и утечки в трехфазной несимметричной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В обеспечивают: удовлетворительную точность искомых величин; простоту и безопасность производства работ в электроустановках.

Түйіндеме

Осы жұмыста кернеуі 1000 В дейін бейтарабы оқшауланған симметриялық емес үш фазалы тарапта жерге бір фазалы тұйықталу токтарының және кему тогының анықтамасы әдістері өңделген. Әдістер ізделіп отырған мөлшерлердің орташа дәлдік, қарапайымды және электр қондырғы жұмыстардың өндіріс қауіпсіздігін қамсыздандырады.

Resume

In work designed methods of determination of currents of single-phase closing to the land and drain in three phase to asymmetrical electrical network with insulated neutral by the voltage before 1000 V, which ensure satisfactory accuracy of sought values, simplicity and safety of construction in electrical installation.

УДК 621.311

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКА УТЕЧКИ В СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Б.М. Бегентаев

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

В трехфазной электрической сети с изолированной нейтралью при повреждении изоляции требуется определить величину тока утечки. Для определения величины тока утечки разработан метод основанный на измерении величин модулей линейного напряжения и напряжения фаз А, В и С относительно земли до и после подключения активной дополнительной проводимости g_1 между фазой А электрической сети и землей.

При этом полагается, что имеет место повреждение изоляции между фазой А и землей электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.

По измеренным величинам модулей U_{ϵ} – линейного напряжения и напряжения фаз U_A , U_{A1} , $U_{\hat{A}}$, $U_{\hat{A}1}$, $U_{\hat{N}}$, $U_{\hat{N}1}$ относительно земли до и после подключения активной дополнительной проводимости g_1 и с учетом активной дополнительной проводимости производится определение тока утечки в трехфазной электрической сети с изолированной нейтралью по математической формуле

$$I_{\text{ут}} = \frac{\sqrt{3}U_{A1}^2 \sqrt{U_A^2 + 3U_A^2 - \sqrt{3[4U_A^2 U_A^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}}{U_A \sqrt{U_A^2 + 3U_{A1}^2 - \sqrt{3[4U_A^2 U_{A1}^2 - (U_{C1}^2 - U_{B1}^2)^2]}} - U_{A1} \sqrt{U_A^2 + 3U_A^2 - \sqrt{3[4U_A^2 U_A^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}} g_1. \quad (1)$$

Полученная математическая зависимость определения величины тока утечки по величинам модулей линейного напряжения и напряжения фаз U_A , U_{A1} , $U_{\hat{A}}$, $U_{\hat{A}1}$, $U_{\hat{N}}$, $U_{\hat{N}1}$ относительно земли до и после подключения активной дополнительной проводимости g_1 и с учетом активной дополнительной проводимости должна обеспечить удовлетворительную точность. Для определения изменения погрешности при определении тока утечки от измеряемых величинам линейного напряжения и напряжения фаз U_A ,

$U_{A1}, U_{\hat{A}}, U_{\hat{A}1}, U_{\hat{N}}, U_{\hat{N}1}$ относительно земли до и после подключения активной дополнительной проводимости и с учетом активной дополнительной проводимости исследуем на достоверность путем определения относительной среднеквадратичной погрешности.

Случайная относительная среднеквадратичная погрешность определения тока утечки в сети с изолированной нейтралью определяется из формулы (1)

$$I_{yt} = \frac{\sqrt{3}U_{A1}\sqrt{U_n^2 + 3U_A^2 - \sqrt{3[4U_n^2U_A^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}}{U_A\sqrt{U_n^2 + 3U_{A1}^2 - \sqrt{3[4U_n^2U_{A1}^2 - (U_{C1}^2 - U_{B1}^2)^2]}} - U_{A1}\sqrt{U_n^2 + 3U_A^2 - \sqrt{3[4U_n^2U_A^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}} g_1,$$

где $U_n, U_A, U_B, U_C, U_{A1}, U_{B1}, U_{C1}, g_1$ – величины, определяющие ток утечки в сети с изолированной нейтралью, получаемые прямым измерением.

Относительная среднеквадратичная погрешность метода при определении тока утечки в сети с изолированной нейтралью определяется из выражения

$$\Delta I_{yt*} = \frac{1}{I_{yt}} \sqrt{\left(\frac{\partial I_{yt}}{\partial U_n}\right)^2 \Delta U_n^2 + \left(\frac{\partial I_{yt}}{\partial U_A}\right)^2 \Delta U_A^2 + \left(\frac{\partial I_{yt}}{\partial U_{A1}}\right)^2 \Delta U_{A1}^2 + \left(\frac{\partial I_{yt}}{\partial U_B}\right)^2 \Delta U_B^2 + \left(\frac{\partial I_{yt}}{\partial U_{B1}}\right)^2 \Delta U_{B1}^2 + \left(\frac{\partial I_{yt}}{\partial U_C}\right)^2 \Delta U_C^2 + \left(\frac{\partial I_{yt}}{\partial U_{C1}}\right)^2 \Delta U_{C1}^2 + \left(\frac{\partial I_{yt}}{\partial g_1}\right)^2 \Delta g_1^2}, \quad (2)$$

где $\frac{\partial I_{yt}}{\partial U_n}; \frac{\partial I_{yt}}{\partial U_A}; \frac{\partial I_{yt}}{\partial U_{A1}}; \frac{\partial I_{yt}}{\partial U_B}; \frac{\partial I_{yt}}{\partial U_{B1}}; \frac{\partial I_{yt}}{\partial U_C}; \frac{\partial I_{yt}}{\partial U_{C1}}; \frac{\partial I_{yt}}{\partial g_1}$ – частные производные функции $I_o = f(U_n, U_A, U_B, U_C, U_{A1}, U_{B1}, U_{C1}, g_1)$.

Здесь $\Delta U_n, \Delta U_A, \Delta U_B, \Delta U_C, \Delta U_{A1}, \Delta U_{B1}, \Delta U_{C1}, \Delta g_1$ – абсолютные погрешности прямых измерений величин $U_n, U_A, U_B, U_C, U_{A1}, U_{B1}, U_{C1}, g_1$, которые определяются следующими выражениями:

$$\begin{aligned} \Delta U_n &= U_n \Delta U_n^*; \quad \Delta U_A = U_A \Delta U_A^*; \quad \Delta U_B = U_B \Delta U_B^*; \quad \Delta U_C = U_C \Delta U_C^*; \\ \Delta U_{A1} &= U_{A1} \Delta U_{A1}^*; \quad \Delta U_{B1} = U_{B1} \Delta U_{B1}^*; \quad \Delta U_{C1} = U_{C1} \Delta U_{C1}^*; \\ \Delta g_1 &= g_1 \Delta g_1^*. \end{aligned} \quad (3)$$

Для определения погрешности измерительных приборов принимаем, что $\Delta U_n^* = \Delta U_A^* = \Delta U_B^* = \Delta U_C^* = \Delta U_{A1}^* = \Delta U_{B1}^* = \Delta U_{C1}^* = \Delta g_1^* = \Delta U^*$,

где ΔU^* – относительная погрешность измерительных цепей напряжений;
 Δg_1^* – относительная погрешность измерительного прибора, измеряющего ток которое подключается между одной из фаз электроустановки и землей.

Для упрощения решения уравнений при определении относительной среднеквадратичной погрешности метода определения тока утечки в сети с изолированной нейтралью вводятся следующие обозначения:

$$\begin{aligned} A &= \sqrt{U_{\text{л}}^2 + 3U_{\text{А}}^2 - \sqrt{12U_{\text{А}}^2 U_{\text{л}}^2 - 3(U_{\text{С}}^2 - U_{\text{В}}^2)}}; \\ B &= \sqrt{U_{\text{л}}^2 + 3U_{\text{А1}}^2 - \sqrt{12U_{\text{А1}}^2 U_{\text{л}}^2 - 3(U_{\text{С1}}^2 - U_{\text{В1}}^2)}}; \\ C &= \sqrt{12U_{\text{А}}^2 U_{\text{л}}^2 - 3(U_{\text{С}}^2 - U_{\text{В}}^2)}; \\ D &= \sqrt{12U_{\text{А1}}^2 U_{\text{л}}^2 - 3(U_{\text{С1}}^2 - U_{\text{В1}}^2)}. \end{aligned} \quad (4)$$

Определяем частные производные функции $I_{\text{ут}} = f(U_{\text{л}}, U_{\text{А}}, U_{\text{В}}, U_{\text{С}}, U_{\text{А1}}, U_{\text{В1}}, U_{\text{С1}}, g_1)$ по переменным $U_{\text{л}}, U_{\text{А}}, U_{\text{В}}, U_{\text{С}}, U_{\text{А1}}, U_{\text{В1}}, U_{\text{С1}}, g_1$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial I_{\text{ут}}}{\partial U_{\text{л}}} &= \sqrt{3} U_{\text{А1}}^2 g_1 \left[\frac{U_{\text{А}} U_{\text{л}} (B^2 D - A^2 C) - 6U_{\text{А}}^3 U_{\text{л}} D B^2 + 6U_{\text{А1}}^2 U_{\text{л}} U_{\text{А}} C A^2}{(U_{\text{А}} B - U_{\text{А1}} A)^2 B D A C} \right]; \\ \frac{\partial I_{\text{ут}}}{\partial U_{\text{А}}} &= \sqrt{3} U_{\text{А1}}^2 g_1 \left[\frac{3U_{\text{А}}^2 B (1 - 2U_{\text{л}}^2) - C B A^2}{(U_{\text{А}} B - U_{\text{А1}} A)^2 A C} \right]; \\ \frac{\partial I_{\text{ут}}}{\partial U_{\text{А1}}} &= \frac{2\sqrt{3} U_{\text{А1}} U_{\text{А}} g_1 A (B)^2 D - 2\sqrt{3} U_{\text{А1}}^2 (A)^2 B D -}{(U_{\text{А}} B - U_{\text{А1}} A)^2 B D} \frac{-3\sqrt{3} U_{\text{А1}}^3 U_{\text{А}} g_1 A + 6\sqrt{3} U_{\text{А1}}^3 U_{\text{А}} g_1 U_{\text{л}}^2 A}{(U_{\text{А}} B - U_{\text{А1}} A)^2 B D}; \\ \frac{\partial I_{\text{ут}}}{\partial U_{\text{В}}} &= \frac{-3\sqrt{3} U_{\text{А1}}^2 U_{\text{А}} U_{\text{В}} g_1 (U_{\text{С}}^2 - U_{\text{В}}^2) B}{(U_{\text{А}} B - U_{\text{А1}} A)^2 A C}; \quad \frac{\partial I_{\text{ут}}}{\partial U_{\text{В1}}} = \frac{3\sqrt{3} U_{\text{А1}}^2 U_{\text{А}} U_{\text{В1}} g_1 (U_{\text{С1}}^2 - U_{\text{В1}}^2) A}{(U_{\text{А}} B - U_{\text{А1}} A)^2 B D}; \\ \frac{\partial I_{\text{ут}}}{\partial U_{\text{С}}} &= \frac{3\sqrt{3} U_{\text{А1}}^2 U_{\text{А}} U_{\text{С}} g_1 (U_{\text{С}}^2 - U_{\text{В}}^2) B}{(U_{\text{А}} B - U_{\text{А1}} A)^2 A C}; \quad \frac{\partial I_{\text{ут}}}{\partial U_{\text{С1}}} = \frac{-3\sqrt{3} U_{\text{А1}}^2 U_{\text{А}} U_{\text{С1}} g_1 (U_{\text{С1}}^2 - U_{\text{В1}}^2) A}{(U_{\text{А}} B - U_{\text{А1}} A)^2 B D}; \\ \frac{\partial I_{\text{ут}}}{\partial g_1} &= \frac{\sqrt{3} U_{\text{А1}}^2 A}{U_{\text{А}} B - U_{\text{А1}} A}. \end{aligned} \quad (5)$$

С учетом принятого упрощения математического описания (4), решаем уравнение (2), подставив в него значения частных производных уравнения (5) и значения частных абсолютных погрешностей (3), при этом, полагая, что $\Delta U^* = \Delta^*$, тогда получим

$$\Delta I_{\text{yr}^*} = \frac{1}{I_{\text{yr}}} \sqrt{3} U_{A1} g_1 \Delta \left| \frac{\begin{aligned} & \left[U_A U_{\text{fl}} (B^2 D - A^2 C) - 6U_A^3 U_{\text{fl}} D B^2 + \right]^2 + \\ & + 6U_{A1}^2 U_{\text{fl}} U_A C A^2 \\ & + \left[2U_A A (B)^2 D - 2U_{A1} (A)^2 B D - \right]^2 \\ & + \left[-3U_{A1}^2 U_A A + 6U_{A1}^2 U_A U_A^2 A \right] \cdot [AC] + \\ & + [3U_{A1} U_A U_{C1} (U_{C1}^2 - U_{B1}^2) A] [AC] + \\ & + [3U_{A1} U_A U_{B1} (U_{C1}^2 - U_{B1}^2) A] \cdot [AC] + \\ & + [3U_{A1} U_A U_C (U_C^2 - U_B^2) B] \cdot [BD] + \\ & + [3U_{A1} U_A U_B (U_C^2 - U_B^2) B] \cdot [BD] + \\ & + U_{A1}^2 A^4 B^2 (U_A B - U_{A1} A)^2 [C] [D] + \\ & + [3U_A^2 B (1 - 2U_{\text{fl}}^2) - C B A^2] B^2 D \end{aligned}}{\left[(U_A B - U_{A1} A)^2 B D A C \right]} \right|. \quad (6)$$

Для определения среднеквадратичной относительной погрешности подставляем в формулу (6) вместо I_{yr} формулу (1) после преобразования получим

$$\varepsilon_{I_{\text{yr}}} = \frac{\Delta I_{\text{yr}}}{\Delta} = \left| \frac{\begin{aligned} & \left[U_A U_{\text{fl}} (B^2 D - A^2 C) - 6U_A^3 U_{\text{fl}} D B^2 + 6U_{A1}^2 U_{\text{fl}} U_A C A^2 \right] + \\ & + \left[2U_A A (B)^2 D - 2U_{A1} (A)^2 B D - 3U_{A1}^2 U_A A + \right]^2 \\ & + 6U_{A1}^2 U_A U_A^2 A \end{aligned}}{\left[(U_A B - U_{A1} A)^2 B D A C \right]} \cdot [AC] + \right. \\ & + [3U_{A1} U_A U_{C1} (U_{C1}^2 - U_{B1}^2) A] [AC] + \\ & + [3U_{A1} U_A U_{B1} (U_{C1}^2 - U_{B1}^2) A] \cdot [AC] + \\ & + [3U_{A1} U_A U_C (U_C^2 - U_B^2) B] \cdot [BD] + \\ & + [3U_{A1} U_A U_B (U_C^2 - U_B^2) B] \cdot [BD] + \\ & + U_{A1}^2 A^4 B^2 (U_A B - U_{A1} A)^2 [C] [D] + \\ & \left. + [3U_A^2 B (1 - 2U_{\text{fl}}^2) - C B A^2] B^2 D \right|. \quad (7)$$

Полученное уравнение (7) выразим в относительных единицах

$$\varepsilon_{I_{\text{yr}}} = \Delta \left| \frac{\begin{aligned} & \left[0,57U_* b^2 d - 1,55U_*^3 b^2 d - 0,57U_* a^2 c + 1,57U_{1*}^2 U_* a^2 c \right] + \\ & + \left[1,15U_* a (b)^2 d - 1,15U_{1*} (a)^2 b d - 0,57U_{1*}^2 U_* a + \right]^2 \\ & + 1,57U_{1*}^2 U_* a \end{aligned}}{\left[(U_* b - U_{1*} a)^2 (b d a d)^2 \right]} \cdot [ac] + \right. \\ & + 0,33U_{1*}^2 (a)^4 (b)^2 (0,57U_* b - 0,57U_{1*} a)^2 [c] [d] + \\ & \left. + [0,57U_*^3 b + (a)^2 c b] (b)^2 d \right|, \quad (8)$$

где $\dot{a} = 1 - U_*$; $b = 1 - U_{1*}$; $c = 2U_*$; $d = 2U_{1*}$; $U_* = \frac{U_{\Delta}}{\sqrt{3}U_{\Phi}}$;
 $U_{1*} = \frac{U_{\Delta 1}}{\sqrt{3}U_{\Phi}}$

На основе полученного результата случайной относительной среднеквадратичной погрешности определения тока утечки в несимметричной сети изолированной нейтралью строим зависимости

$$\varepsilon_{I_{ym}} = \frac{\Delta I_{ym*}}{\Delta} = f(U_*; U_{1*}),$$

представленные на рис. 1.

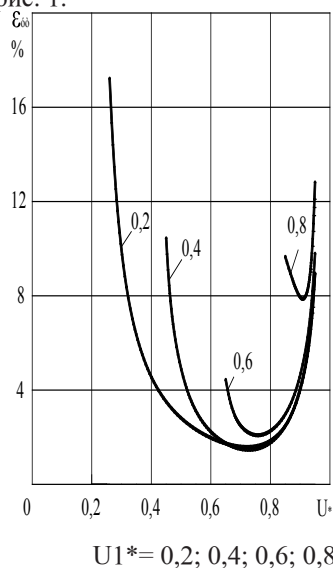


Рисунок 1 - Анализ погрешности метода определения тока утечки в сети с изолированной нейтралью

Математическая зависимость относительной среднеквадратичной погрешности приведенной на рис. 1 характеризует изменение погрешности в зависимости от величины активной дополнительной проводимости, которая вводится между фазой электрической сети и землей.

При определении тока утечки в сети с изолированной нейтралью подбор активной дополнительной проводимости производится на основе графической иллюстрации

рис. 1 таким образом, чтобы $U_* = 0,3 - 0,9$, при $U_{1*} = 0,2 - 0,8$, для обеспечения погрешности до 10 % при использовании измерительных приборов с кл. точности 1.0. При использовании измерительных приборов с кл. точности 0,5 погрешность метода не превышает 5 %.

На основе вышеизложенного следует, что разработанный метод определения тока утечки в трехфазной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В при повреждении изоляции одной из фаз электрической сети относительно земли обеспечивает удовлетворительную точность. Следует отметить, метод прост и безопасен

при производстве работ по измерению величин модулей линейного напряжения и напряжения фаз U_A , U_{A1} , $U_{\dot{A}}$, $U_{\dot{A}1}$, U_N , U_{N1} относительно земли до и после подключения активной дополнительной проводимости. Для подключения активной дополнительной проводимости между фазой электрической сети и землей используется фаза резервного выключателя нагрузки распределительного устройства 0,4 кВ.

Түйіндеме

Осы жұмыста кернеуі 1000 В дейін бейтарабы оқшауланған тарапта кему тогының анықтау әдісінің қателік талдауы көрсетілген. Кернеуі 1000 В дейін бейтарабы оқшауланған үш фазалы электрлік тарапта оңашалау зақым келуі жанында біреудің электр торабы фазаларынан жер салыстырмалы кему тогының анықтау әдіс орташа дәлдікті қамсыздандырады.

Resume

*In work presented analysis of inaccuracy of method of determination of current of drain in electrical network with insulated neutral. On the base which follows that designed method of determination of current of drain in **трехфазной to electrical network** with insulated neutral by the voltage before 1000 V when damaging an insulating one of the phases to electrical network for land ensures satisfactory accuracy.*

УДК 621.311

ИМИТАЦИЯ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ CONTROL BUILDER F БЛОК «SC1_SIM»

И.Н. Волошин, А.Х. Тлеуов

Казахский агротехнический университет, г. Астана

Автоматизация систем автономного энерго-, теплоснабжения позволяет повысить точность поддержания технологических параметров на объекте управления, получить дополнительную экономию энергетических ресурсов, снизить эксплуатационные расходы, повысить теплопроизводительность системы. В ряде случаев она создает возможность для перевода рассматриваемых систем на работу в часы льготного тарифа электроэнергии, позволяет существенно снизить расходы на отопление и охлаждение помещений за счет рационального управления режимами аккумулирования тепла (холода), сокращения потерь энергии в окружающую среду и др.

Задачи автоматического управления системами солнечного теплоснабжения в общем виде можно сформулировать следующим образом:

–независимо от режима радиационных теплопоступлений должны поддерживаться требуемые значения регулируемых параметров (температуры воздуха в помещении, температура воды в системе горячего водоснабжения др.) на объекте теплопотребления;

–энергетические потери при преобразовании лучистой энергии в тепловую, при транспорте, и хранении произведенного тепла должны быть минимальными;

–работу гелиосистем необходимо организовывать таким образом, чтобы затраты топливно – энергетических ресурсов при производстве теплоты дублирующим источником, а также ущерб от загрязнения окружающей среды были сведены к минимуму;

–должна быть обеспечена защита солнечных коллекторов, а также других элементов гелиосистем от замерзания, перегрева и механических повреждений.

Свойства технологического процесса в системе автономного энерго-, теплоснабжения характеризуется такими физическими величинами, как давление, уровень, расход и температура теплоносителя. Параметры делятся на качественные (уровень или объем жидкости для гидравлической емкости, её давление, температура и т.д.) и количественные (приток теплоносителя в резервуар, расход теплоносителя). Параметры находятся в тесной функциональной связи и, изменяя один из них, можно управлять изменением второго. В общем виде в задачу управления технологическим процессом системы входит управление всеми простыми единичными цепями этого процесса и связывание их между собой.

Многообразные динамические воздействия на процессы, протекающих в автоматизируемых объектах системы, вызывается сравнительно небольшим числом фактором: непрерывных и дискретных. К первым относятся изменение давления, расхода, уровня, количества теплоты и т.д.; ко вторым – состояние исполнительных механизмов и оборудования.

Приведенные особенности работы систем показывает, что для оптимального управления недостаточно наличия квалифицированного обслуживающего персонала, а необходимо использование современных средств автоматического контроля и управления и имитирования.

Таким образом, одним из важных вопросов в области внедрения автоматики в системы автономного энерго-, теплоснабжения является моделирование процессов протекающих в данных системах с тем, чтобы выработать оптимальные решения для реализации задач управления.

Основным элементом системы автономного энерго-, теплоснабжения является солнечная нагревательная система – солнечный коллектор (приемник), в котором происходит поглощение солнечного излучения и передача энергии жидкости. Самые простые приемники содержат весь объем жидкости, которую необходимо нагреть. Приемники более сложной конструкции нагревают за определенное время только небольшое количество жидкости, которая, как правило, затем накапливается в отдельном резервуаре (баке - аккумуляторе).

Поток лучистой энергии $Q_{нов}$, Вт, поглощаемой поверхностью приемника, составляет

$$Q_{нов} = \tau_{нов} \alpha AKCЭ HT, \quad (1)$$

где $\tau_{нов}$ – коэффициент пропускания солнечного излучения коллектором;

α - поглощательная способность пластины коллектора по отношению к солнечному излучению;

A – площадь освещаемой поверхности коллектора, м²;

HT – дневной приход суммарной радиации на наклонную поверхность (облученность поверхности солнечного коллектора), Вт/м².

В процессе поглощения энергии, температура поверхности приемника повышается и становится существенно выше температуры окружающего воздуха. Это приводит к возникновению обратного теплового потока в окружающую среду, который можно определить

$$Q_{нов} = AKCЭ (T_i - T_a) / Rn \quad (2)$$

где T_i – температура приемной поверхности коллектора, К;

T_a – температура окружающего воздуха, К;

Rn – термическое сопротивление приемной поверхности коллектора, для типичных коллекторов.

Уравнение солнечного коллектора тогда можно представить:

$$Q_{КСЭ} = A_{КСЭ} [\tau_{нов} \alpha AKCЭ HT - (T_i - T_a) / Rn], \quad (3)$$

Однако не вся энергия, получаемая коллектором, передается воде, а только ее часть, характеризующая коэффициентом перехода FR солнечной энергии, показывающим долю теплового потока $Q_{КСЭ}$, передаваемого жидкости,

$$Q_{ж} = FR Q_{КСЭ}, \quad (4)$$

Количество же тепла, требуемого для нагрева жидкости на определенную разницу температур $Q_{ж}$, Вт можно записать в виде:

$$Q_{ж} = L_{pc}(T_o - T_i), \quad (5)$$

где; T_o – конечная температура воды, К;
 T_i – начальная температура воды, К;
 ρ – плотность воды, равная 1000 кг/м³;
 c – теплоемкость воды, равная 4200 Дж/кг К;
 L – объемный расход воды, м³/с.

Исходя из вышеперечисленного уравнение теплового баланса коллектора можно записать в виде:

$$\begin{aligned} F_R A_{КСЭ} (\tau_{нов} \alpha HT - (T_i - T_a) / Rn) &= L\rho c (T_o - T_i); \\ F_R A_{КСЭ} ((\tau_{нов} \alpha) HT - (T_i - T_a) / Rn) &= L\rho c (T_o - T_i); \\ F_R A_{КСЭ} ((\tau_{нов} \alpha) HT - U_L (T_i - T_a)) &= L\rho c (T_o - T_i), \end{aligned} \quad (6)$$

где; $(\tau_{нов} \alpha)$ – оптический КПД коллектора;
 U_L – полный коэффициент тепловых потерь коллектора, Вт/м²·С⁰

Из уравнения баланса солнечного коллектора определяются все основные характеристики.

Вычислим среднемесячную удельную теплопроизводительность КСЭ для условий ясного неба:

$$Q_{КСЭ(ясн)} = F_R A_{КСЭ} ((\tau_{нов} \alpha) H_{T(ясн)} - U_L (T_i - T_a)), \quad (7)$$

среднемесячную удельную теплопроизводительность КСЭ для условий средней облачности:

$$Q_{КСЭ(ср.обл.)} = F_R A_{КСЭ} ((\tau_{нов} \alpha) H_{T(ясн)} - U_L (T_i - T_a)), \quad (8)$$

Определим формулу расхода жидкости (L) через тепловой коллектор по формуле теплового баланса коллектора (1.6):

$$\begin{aligned} F_R A_{КСЭ} ((\tau_{нов} \alpha) H_T - U_L (T_i - T_a)) &= L\rho c(T_o - T_i), \\ Q_{КСЭ(ср.обл.)} &= L\rho c(T_o - T_i), \\ Q_{КСЭ(ср.обл.)} &= L\rho c \cdot T_o - L\rho c \cdot T_i, \\ -L\rho c \cdot T_o &= L\rho c \cdot T_i - Q_{КСЭ(ср.обл.)}, \\ -T_o &= T_i - \frac{Q_{\hat{E}\hat{N}\hat{Y}(i\hat{d}\hat{a}\hat{e})}}{L\rho c}, \quad T_o = T_i + \frac{F_R A_{\hat{E}\hat{N}\hat{Y}}((\tau_{i\hat{d}\hat{a}}\alpha)\hat{I}_{\hat{o}} - U_L(T_i - T_a))}{L\rho c}, \\ T_o &= T_i + \frac{F_R A_{\hat{E}\hat{N}\hat{Y}}((\tau_{i\hat{d}\hat{a}}\alpha)\hat{I}_{\hat{o}} - U_L(T_i - T_a))}{L\rho c}, \end{aligned} \quad (9)$$

В случае отсутствия расхода теплоносителя через коллектор, его состояние будет характеризоваться как **равновесное**, а температура в тепловом коллекторе будет иметь равновесное значение T_r . Знание этой температуры имеет важное значение практическое значение как при конструировании СВН, так и при проектировании солнечных устано-

вок, так как, с одной стороны, определяет требуемые пределы термостойкости тепловой изоляции, с другой - возможные термические деформации СВН.

Определим переменные используемые в блоке симуляции солнечного коллектора «SC1_SIM»

H_t – дневной приход суммарной радиации на наклонную поверхность (облученность поверхности солнечного коллектора), МДж;

T_i – температура приемной поверхности коллектора, $^{\circ}\text{C}$;

T_a – температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

$L1$ – объемный расход жидкости через коллектор, $\text{м}^3/\text{с}$;

$L2$ – объемный расход жидкости через коллектор, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q – среднемесячная удельная теплопроизводительность КСЭ для условий средней облачности или ясных условий облачности;

T_o – температура жидкости на выходе солнечного коллектора КСЭ, $^{\circ}\text{C}$;

F_r – коэффициент отвода тепла из коллектора;

A – площадь поглощающей панели КСЭ, м^2 ;

τ_a – оптический КПД коллектора;

U_L – полный коэффициент тепловых потерь коллектора, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$;

ρ – плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

c – теплоемкость жидкости, $\text{Дж}/\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$;

На основании формул:

$$Q_{\text{КСЭ(ясн)}} = F_R A_{\text{КСЭ}} ((\tau_{\text{нов}} \alpha) H_{T(\text{ясн})} - U_L (T_i - T_a)), \quad (10)$$

$$Q_{\text{КСЭ(ср.обл.)}} = F_R A_{\text{КСЭ}} ((\tau_{\text{нов}} \alpha) H_{T(\text{ясн})} - U_L (T_i - T_a)), \quad (11)$$

$$T_o = T_i + \frac{F_R A_{\text{КСЭ}} ((\tau_{\text{нов}} \alpha) H_{T(\text{ясн})} - U_L (T_i - T_a))}{L \rho c}, \quad (12)$$

Построим алгоритм расчета данной формулы на языке FBD как показано на рисунке Рисунок 1.1

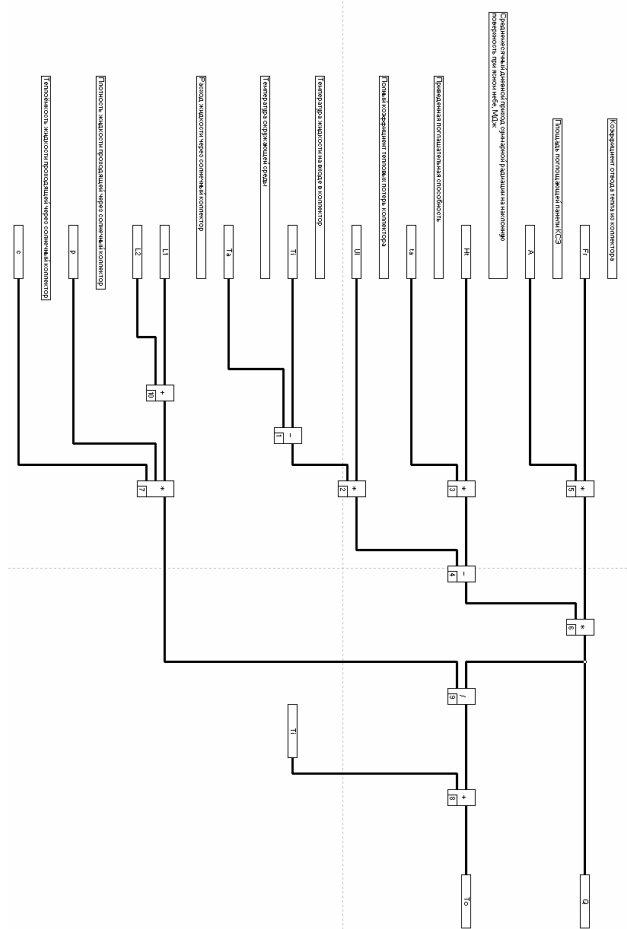


Рисунок 1.1

Вид функционального пользовательского блока имитации работы солнечного коллектора «SC1_SIM» после преобразования имеет вид показанный на рисунке 1.3. Данный блок имеет пять аналоговых входа и два аналоговых выхода, обозначение которых представлено в таблице 1.1

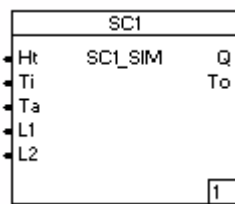


Рисунок 1.2

Таблица 1.1

№	Вход	Обозначение	Выход	Обозначение
1	Ht	Дневной приход суммарной радиации МДж;	Q	Среднемесячная удельная теплопроизводительность КСЭ, Вт;
2	Ti	Температура приемной поверхности коллектора, С°;		
3	Ta	Температура окружающего воздуха, С°;	To	Температура жидкости на выходе солнечного коллектора КСЭ, С°;
4	L1	Объемный расход жидкости через коллектор, м³/с;		
5	L2	Объемный расход жидкости через коллектор, м³/с;		

Функциональный блок «SC1_SIM» показанный на рисунке 1.2 позволяет имитировать работу солнечных коллекторов различных типов, в среде «Control Builder F», с учетом расхода воды через солнечный коллектор. Данный блок входит состав комплекса имитации работы систем автономного энерго-, теплоснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свободно расширяемая система управления Freelance 2000 Описание системы, АВВ Automation.
2. EngineerIT, Control Builder F, Инструкции по инжинирингу, Процессовая станция АС 800F.
3. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / Р. Р. Авезов. М. А., Барский - Зорин И. М., Васильева и др.; Под ред. Э. В. Спрнацкого и С. А. Чистовича. - М.: Стройиздат, 1990. - 328с.:ил.
4. Федоров Ю. Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно – практическое пособие. – М.: Инфа – инженерия, 2008. – 928стр., 12 ил.

Түйіндеме

Берілген жұмыста автономды жылу энергиямен қамтамасыз ету жүйесінің элементтерінің симуляциясы мен жобалау сұрақтары қарастырылған. Оның ішінде «Control Builder F» математикалық моделі қолданылған күн коллекторының симуляциялау жұмысы қарастырылған. осыған ұқсас құрастыруларды дайындауық қажеттімгі көрсетілген және соның арқасында виртуалды жүйемен сол жұмыстың ұқсастыруы өнеркәсіпке еңгізілуі қарастырылған.

Resume

In given work are considered questions of the designing and imitations system element autonomous heat of the energy provision. In particular happens to the example to imitations of the functioning(working) the solar collector in ambience of the development “ Control Builder F” with use his(its) mathematical model. It is described urgency and need of the undertaking the similar developments, in effect of the possibility of the building of the virtual systems and imitations of their work before introduction in production.

УДК 378

АКТИВИЗАЦИЯ ЛЕКЦИЙ – ВАЖНЕЙШАЯ ПРОБЛЕМА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

М.Э. Данилова, В.И. Данилов

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Высшему образованию более 1000 лет и столько же существует лекция как форма обучения. Лекция – «lectio», **дословно означающая «чтение»**, в средневековых университетах имела форму чтения, т.е. читались тексты первоисточников с комментариями их преподавателем. Начиная с XVIII века, лекция изменила свою форму, она стала устным рассказом преподавателя и иногда стала сопровождаться демонстрациями. Первый, кто начал читать лекции в России на родном языке, был М.В.Ломоносов.

Высшее техническое образование в России связано с именем Петра I, по указанию которого в 1701 году в Москве была открыта школа математических и навигационных наук. Это было первое в мире Высшее техническое учебное заведение, за которым последовала в 1715 году Петербургская Морская академия.

Лекция всегда была и останется важнейшей формой обучения в ВУЗе. Однако, это не значит, что форма лекции не может и не должна меняться. Напротив, она должна меняться, как и менялась со времени своего возникновения. Основной недостаток лекций, который следует преодолеть в процессе этого изменения – это пассивность её слушателей, возможность пребывания их во время лекций в бездумном состоянии, или по резкому, но верному выражению К.Д. Ушинского, - «в лакейском препровождении времени». Надо активизировать лекцию и заставить слушателя преодолеть «ленивую доверчивость ума», чтобы в результате лекции слушатели вынесли умение подходить к вопросу самостоятельно; важны получаемые во время лекции широкие сведения, расширяющие кругозор слушателей, стимулирующие способности быстро воспринимать новые идеи, быстро их применять и главное, воспитать у слушателей стимулирующие способность быстро воспринимать новые идеи, быстро их применять, и главное, воспитать у слушателей интеллигентность, подвижность и остроту ума.

А.П.Чехов дал блестящее описание психологии лектора и слушателя, хотя и относящееся к концу позапрошлого века, но во многом верное и в наши дни.

«Передо мною, - полтора лица ... цель моя – победить эту многоголовую гидру. Если я каждую минуту, пока читаю, имею ясное представление о степени её внимания и о силе разума, то она – в моей власти. Другой мой противник сидит во мне самом. Это бесконечное разнообразие форм явлений и законов и множество им обусловленных своих и чужих мыслей... я должен выхватить из этого громадного материала самое важное и нужное и также быстро, как течет моя речь, облекать свою мысль в такую форму, которая была бы доступна их разумению гидры и возбудила бы её внимание... я стараюсь, чтобы речь моя была литературной, определения кратки

и точны, фраза проста и красива... Приходится изображать и ученого и педагога, и оратора и плохо дело если оратор победит в Вас педагога и ученого и наоборот. Читаешь четверть, полчаса и вот замечаешь, что студенты начинают поглядывать в потолок ... внимание утомлено...я говорю какой-нибудь каламбур...Внимание освежилось, и я могу продолжать». Всё это относится и к современной лекции, современным лекторам и аудитории. Вопрос о внимании аудитории в наше время стоит более остро. Это прежде всего связано с тем, что иногда называют массовой культурой – развитием кино, телевидения, компьютерной техники.

Лекции должны представлять собой системное изложение дисциплины, но не все её темы, (разделы) надо освещать одинаково. Каждая лекция должна быть законченной, посвящена определенной теме.

Внимание студентов надо сосредоточить на изложении тех разделов программы курса, которые не освещены или недостаточно освещены в рекомендованной литературе, на новых научных теориях, на особенностях современной технологии и оборудовании.

Лектор должен привить студенту критическое отношение к излагаемому материалу. Для этого необходимо делать анализ научных теорий, лежащих в основе излагаемого предмета. Очень убедительна лекция, в которой преподаватель иллюстрирует отдельные теоретические положения примерами их применения на практике. Хорошая лекция должна формировать научное мировоззрение студента, значительно повышать продуктивность всех форм занятий. Лекция, прочитанная на высоком теоретическом и методическом уровне, увлекательно и вдохновенно, развивает научные склонности студента, пробуждает интерес к литературным источникам, способствует повышению эффективности самостоятельной работы студентов, ускоряет её темпы и помогает с наименьшей затратой сил и времени овладеть нужными знаниями и практическими навыками.

Очень важная роль принадлежит мастерству лектора, его способности добиться внимания аудитории, вызвать интерес к излагаемому материалу.

Интерес появляется в том случае, если в лекции сообщается о новых положениях, фактах. Ярко прочитанная лекция, глубокая по содержанию, совершенная по форме, прочитанная в хорошей деловой обстановке, - это событие в жизни студента. Говорить выразительно и четко особенно необходимо преподавателю, профессия которого связана с постоянными выступлениями перед аудиторией.

Студентам импонирует лектор, читающий курс без обращения к конспекту, приводящий четкие схемы, формулировки, выводы.

Лектор должен уметь не только «излагать» информацию, но и подавать её в форме, не сковывающей мысль, а, напротив, развивающей в студенте творческий подход к теоретическим и практическим проблемам.

Между лектором и аудиторией должен установиться эмоциональный контакт. Чем прочнее этот контакт, тем лучше воспринимает аудитория лекцию, тем глубже след, который остаётся о ней в памяти.

В каждой лекции должна быть одна главная тема. Лекция может быть иллюстрирована увлекательными подробностями и все они должны служить одной цели – усвоению студентами основной темы. Очень опасно быть благодушным в отношении предстоящей лекции, полагая, что все в порядке, поскольку материал лектору хорошо известен и такая же лекция была прочитана другому потоку. К каждой лекции надо всегда относиться как к новой задаче, учитывая состав аудитории. Особое внимание надо обращать на первые 10-15 минут лекции, стремиться заинтересовать, увлечь слушателей, тогда и вся лекция будет прослушана с большим вниманием.

Если во время чтения лекции выясняется, что времени не хватает, лучше сократить материал середины лекции. В начале лекции не следует торопиться. В конце следует подытожить материал лекции, подкрепить значение сказанного. Плохо, если лектор задерживает студентов и в конце лекции излагает материал ускоренным темпом. Лекции рекомендуется иллюстрировать наглядными пособиями, чертежами, схемами, моделями, макетами, демонстрировать во время их чтения небольшие учебные кинофильмы, слайды, интерактивные доски.

Некоторые студенты, плохо ориентируясь в важности отдельных положений, излагаемых лектором, записывает слово в слово не только определения или главнейшие формулировки, но и менее важные детали. Лектор должен проявить искусство, чтобы студенты по интонации голоса понимали, чувствовали, что является в лекции главным, основным, что необходимо записывать. В лекциях необходимо широко освещать достижения отечественной и зарубежной науки и техники, а также передовой опыт производства. Преподаватель обязан быть в курсе всего нового, что применяется в промышленности, строительстве и обо всём этом сообщать студентам. Особое внимание следует уделять вопросам экономической эффективности принимаемых решений.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы, что методика обучения должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Сделать более активным процесс восприятия знаний.
2. Сохранить общение лектора высокой культуры со студенческой аудиторией, повысив его воспитательную роль как личности.
3. Сделать процесс получения знаний достаточно индивидуализированным с использованием для этого характерных психологических свойств каждого отдельного обучаемого.
4. Облегчить отбор самого главного и фиксацию внимания на наиболее необходимой для данных условий информации.
5. Будучи применима в каком-либо одном курсе или виде обучения, она не должна давать эффект за счет других курсов, где она не применяется или применяется менее результативно.
6. Иметь преимущества в смысле ускорения и углубления восприятия прочных знаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веников В.А. Развитие форм учебного процесса в вузе.

Tүйіндеме

Осы мақалада техникалық пәндер бойынша дәрістер оқудың аспектілері, әдістемелік ұсыныстары қарастырылған.

Resume

This article observes some aspects and methodical recommendations of lecturing technical disciplines/

УДК 624.074.43

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕБРИСТОЙ ПЛИТЫ

С.К. Ельмуратов

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Рассматривается вертикально расположенная ребристая плита, защемленная по трем сторонам и свободная по верхней кромке. На плиту действует вертикальная распределенная по верхней кромке нагрузка. Выделим из плиты плоский единичный элемент, ограниченный координатными линиями $x^1, x^1 + dx^1$ в одном направлении и $x^2, x^2 + dx^2$ – в другом. На рисунке 1 показаны силы, действующие на стороны элемента и вектор объемной силы $\vec{V} dx^1 dx^2$. Для рассматриваемого плоского элемента запишем условие равенства нулю главного вектора всех сил, и после сокращения на $dx^1 dx^2$, получим

$$\frac{\partial \sqrt{a_{22}} \vec{\sigma}_{(1)}}{\partial x^1} + \frac{\partial \sqrt{a_{11}} \vec{\sigma}_{(2)}}{\partial x^2} + \sqrt{a} \vec{V} = 0, \quad (1)$$

где $\alpha_{\alpha\beta}$ – компоненты метрического тензора \hat{a} ; $\vec{\sigma}_{(\alpha)}$ – физические компоненты вектора напряжений; \vec{V} – вектор объемной силы. Для криволинейной системы координат удобно оперировать ковариантными или контравариантными компонентами вектора напряжений. Заменяем физические компоненты $\vec{\sigma}_{(\alpha)}$ вектора напряжений через его ковариантные $\vec{\sigma}_{(\alpha)}$ или контравариантные $\vec{\sigma}^{\alpha}$ компоненты, представленные в матрице основных \vec{e}_{β} и взаимных \vec{e}^{β} локальных базисов [1-3].

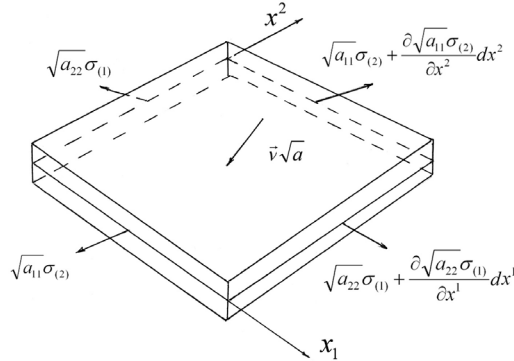


Рисунок 1 – Векторы напряжений и объемных сил элемента плиты

$$\bar{\sigma}_{(\alpha)} = \frac{\bar{\sigma}^a}{\sqrt{a^{\alpha\alpha}}} = \frac{\bar{\sigma}^a \sqrt{a}}{\sqrt{a_{\gamma\gamma}}}; \quad \bar{\sigma}_{(\alpha)} = \frac{\bar{\sigma}_\alpha}{\sqrt{a_{\alpha\alpha}}}; \quad (\alpha = 1, 2; \gamma = 2, 1) \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1) получим

$$\frac{\partial \sqrt{a} \bar{\sigma}^1}{\partial x^1} + \frac{\partial \sqrt{a} \bar{\sigma}^2}{\partial x^2} + \sqrt{a} \bar{V} = 0.$$

Здесь $a = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}$ – фундаментальный определитель метрического тензора.

Зависимость между компонентами тензоров напряжений и деформации для случая малых деформаций упругого тела, находящегося в условиях плоской задачи, подчиняется известным соотношениям закона Гука.

Для ортогональной системы координат их можно записать в виде

$$\sigma^{\alpha\beta} = \frac{E}{1-\nu^2} \left[\nu a^{\alpha\beta} a^{\gamma\omega} + (1-\nu) \cdot a^{\alpha\gamma} a^{\beta\omega} \right] \varepsilon_{\gamma\omega}, \quad (3)$$

Придавая индексам значения $(\alpha, \beta, \gamma, \omega = 1, 2)$ в развернутом виде окончательно получим

$$\begin{aligned} \sigma^{11} &= \frac{E \cdot h}{1-\nu^2} \left[\varepsilon_{11} a^{11} a^{11} + \varepsilon_{22} \left(\nu a + a^{12} a^{21} \right) + 2 \varepsilon_{12} a^{11} a^{12} \right] \\ \sigma^{22} &= \frac{E \cdot h}{1-\nu^2} \left[\varepsilon_{22} a^{22} a^{22} + \varepsilon_{11} \left(\nu a + a^{12} a^{21} \right) + 2 \varepsilon_{21} a^{22} a^{21} \right] \\ \sigma^{12} &= \frac{E \cdot h}{1-\nu^2} \left[\varepsilon_{12} \left(a^{11} a^{11} + a^{12} a^{21} \right) \left(1 + \nu^2 \right) + \varepsilon_{11} a^{11} a^{12} + \varepsilon_{22} a^{22} a^{21} \right] \end{aligned} \quad (4)$$

Касательные векторы основного локального базиса деформированной системы координат определяются по формуле

$$\bar{e}_\alpha^* = \frac{\partial \bar{\tau}^*}{\partial x^\alpha} = \bar{e}_\alpha + \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\alpha} \quad (5)$$

Соответствующие им компоненты основного метрического тензора вычисляются из соотношения

$$a_{\alpha\beta}^* = a_{\alpha\beta} + \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\alpha} \cdot \bar{e}_\beta + \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\beta} \cdot \bar{e}_\alpha + \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\alpha} \cdot \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\beta} \quad (6)$$

Из вариации компонент основного метрического тензора $a_{\alpha\beta}^*$ получим выражения компонент тензора деформаций

$$\varepsilon_{\alpha\beta} = \frac{1}{2} \left(a_{\alpha\beta}^* - a_{\alpha\beta} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\alpha} \cdot \bar{e}_\beta + \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\beta} \cdot \bar{e}_\alpha + \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\alpha} \cdot \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\beta} \right). \quad (7)$$

Подставляя (7) в (4), затем в (1) и проецируя полученные уравнения на векторы взаимного базиса \vec{a}_α локальной системы координат можно получить два скалярных дифференциальных уравнения равновесия в перемещениях. Производим дискретизацию полученных дифференциальных уравнений методом криволинейных сеток для плоской

задачи теории упругости.

С учетом ортотропии материала выражения для компонентов тензора напряжений и деформации примут вид

$$\begin{aligned} \sigma^{11} &= \frac{E_1 \cdot h_c}{1-\nu_1\nu_2} \left[\varepsilon_{11} a^{11} a^{11} + \varepsilon_{22} (\nu_2 a + a^{12} a^{21}) + 2\varepsilon_{12} a^{11} a^{12} \right] \\ \sigma^{22} &= \frac{E_2 \cdot h_c}{1-\nu_1\nu_2} \left[\varepsilon_{22} a^{22} a^{22} + \varepsilon_{11} (\nu_1 a + a^{12} a^{21}) + 2\varepsilon_{21} a^{22} a^{21} \right] \\ \sigma^{12} &= 2Gh_c \left[\varepsilon_{11} a^{11} a^{12} + \varepsilon_{22} a^{22} a^{21} \right] \end{aligned} \quad (8)$$

Выполним дискретизацию векторного уравнения (1). Рассмотрим плоскую разностную сетку (рисунок 2). Искомые функции вычисляем в определенных узлах разностной сетки, как показано на схеме, а именно: напряжения $\bar{\sigma}^1$ в узлах $(i \square 0,5; j)$, $\bar{\sigma}^2$ в узлах $(i; j \square 0,5)$; компоненты вектора перемещений \bar{u} в основных узлах $(i; j)$ разностной сетки.

Применяя разностную схему непосредственно к векторным слагаемым уравнения (1), получим разностный аналог контравариантных производных вектора напряжений

$$\begin{aligned} & \left[\sqrt{a} (\sigma^{11} \bar{e}_1 + \sigma^{12} \bar{e}_2) \right]_{+0,5;j} - \left[\sqrt{a} (\sigma^{11} \bar{e}_1 + \sigma^{12} \bar{e}_2) \right]_{-0,5;j} + \\ & \left[\sqrt{a} (\sigma^{21} \bar{e}_1 + \sigma^{22} \bar{e}_2) \right]_{i;j+0,5} - \left[\sqrt{a} (\sigma^{21} \bar{e}_1 + \sigma^{22} \bar{e}_2) \right]_{i;j-0,5} + (\sqrt{a} \bar{V})_{i;j} = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

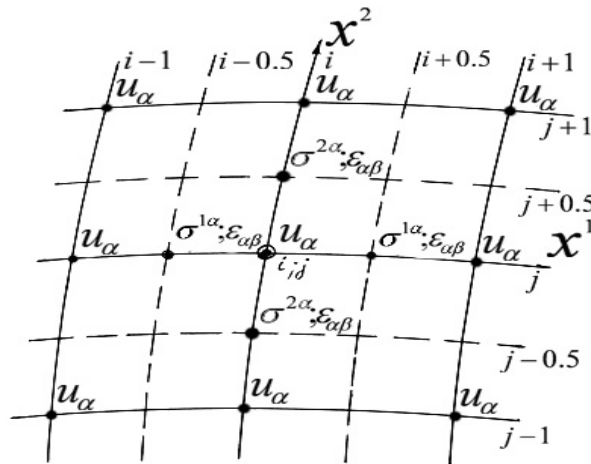


Рисунок 2 – Двумерная разностная сетка.

Определим компоненты вектора перемещений $\bar{u} = u_\alpha \cdot \bar{e}^\alpha$ в основных узлах $(i; j)$ и произведем усреднение в промежуточных узлах $(i \square 0,5; j \square 0,5)$ получим

$$\begin{aligned}\bar{u}_{i\pm 0,5;j+0,5} &= \frac{1}{4}(\bar{u}_{i\pm 1;j+1} + \bar{u}_{i\pm 1;j} + \bar{u}_{i;j} + \bar{u}_{i;j+1}); \\ \bar{u}_{i\pm 0,5;j-0,5} &= \frac{1}{4}(\bar{u}_{i\pm 1;j-1} + \bar{u}_{i\pm 1;j} + \bar{u}_{i;j} + \bar{u}_{i;j-1}); \\ \bar{u}_{i\pm 0,5;j} &= \frac{1}{2}(\bar{u}_{i\pm 1;j} + \bar{u}_{i;j}); \bar{u}_{i;j\pm 0,5} = \frac{1}{2}(\bar{u}_{i;j} + \bar{u}_{i;j\pm 1}).\end{aligned}\tag{10}$$

Разностное векторное уравнение (10) спроецируем на векторы взаимного локального базиса \bar{a}^α в узле $(i;j)$. В результате получим систему двух скалярных уравнений ($\alpha=1,2$)

$$\begin{aligned}&\sqrt{a_{i+0,5;j}}(\sigma_{i+0,5;j}^{11} a_{i+0,5;j}^{ai;j} + \sigma_{2i+0,5;j}^{12} a_{2i+0,5;j}^{ai;j}) - \\ & - \sqrt{a_{i-0,5;j}}(\sigma_{i-0,5;j}^{11} a_{i-0,5;j}^{ai;j} + \sigma_{2i-0,5;j}^{12} a_{2i-0,5;j}^{ai;j}) + \\ & + \sqrt{a_{i;j+0,5}}(\sigma_{i;j+0,5}^{21} a_{i;j+0,5}^{ai;j} + \sigma_{2i;j+0,5}^{22} a_{2i;j+0,5}^{ai;j}) - \\ & - \sqrt{a_{i;j-0,5}}(\sigma_{i;j-0,5}^{21} a_{i;j-0,5}^{ai;j} + \sigma_{2i;j-0,5}^{22} a_{2i;j-0,5}^{ai;j}) + \sqrt{a_{i;j}} V^B \cdot \delta_\beta^\alpha = 0\end{aligned}\tag{11}$$

В уравнении (11) приняты коэффициенты преобразования при переходе от узла $(i;j)$ к узлу $(i \square 0,5;j \square 0,5)$.

$$a_{b \ i\pm 0,5}^a \ i;j = \bar{e}_{i;j}^a \cdot \bar{e}_{b \ i\pm 0,5;j\pm 0,5}$$

Выполним дискретизацию деформации $\varepsilon_{\text{эф}}$ в соответствующих узлах методом криволинейных сеток и получим разностные выражения для компонент деформации

$$\begin{aligned}\varepsilon_{11 \ i+0,5;j} &= \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial x^1} \cdot \bar{e}_1 \right)_{i+0,5;j} = (\bar{u}_{i+1;j} - \bar{u}_{i;j}) \cdot \bar{e}_{1 \ i+0,5;j} = \\ &= [(u_\alpha \cdot \bar{e}^\alpha)_{i+1;j} - (u_\alpha \cdot \bar{e}^\alpha)_{i;j}] \cdot \bar{e}_{1 \ i+0,5;j}; \\ \varepsilon_{22 \ i+0,5;j} &= \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial x^2} \cdot \bar{e}_2 \right)_{i+0,5;j} = (\bar{u}_{i+0,5;j+0,5} - \bar{u}_{i+0,5;j-0,5}) \cdot \bar{e}_{2 \ i+0,5;j} = \\ &= [(u_\alpha \cdot \bar{e}^\alpha)_{i+0,5;j+0,5} - (u_\alpha \cdot \bar{e}^\alpha)_{i+0,5;j-0,5}] \cdot \bar{e}_{2 \ i+0,5;j}; \\ \varepsilon_{21 \ i+0,5;j} &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} \cdot \bar{e} + \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} \cdot \bar{e} \right)_{i+0,5;j} = \frac{1}{2} [(\bar{u}_{i+1;j} - \bar{u}_{i;j}) \cdot \bar{e}_{2 \ i+0,5;j} + \\ & (\bar{u}_{i+0,5;j+0,5} - \bar{u}_{i+0,5;j-0,5}) \cdot \bar{e}_{1 \ i+0,5;j}] = \frac{1}{2} \{ (u_\alpha \cdot \bar{e}^\alpha)_{i+1;j} - (u_\alpha \cdot \bar{e}^\alpha)_{i;j} \} \times \\ & \times \bar{e}_{2 \ i+0,5;j} + \{ (u_\alpha \cdot \bar{e}^\alpha)_{i+0,5;j+0,5} - (u_\alpha \cdot \bar{e}^\alpha)_{i+0,5;j-0,5} \} \bar{e}_{1 \ i+0,5;j} \}\end{aligned}\tag{12}$$

Выполняя скалярное произведение базисных векторов по формулам (12), и учитывая (10) окончательно получим

$$\begin{aligned} \varepsilon_{11i\pm 0,5;j} &= \pm(u_{1i\pm 1;j} a_{1i\pm 0,5;j}^{1i\pm 1;j} + u_{2i\pm 1;j} a_{1i\pm 0,5;j}^{2i\pm 1;j} - u_{1i;j} a_{1i\pm 0,5;j}^{1i;j} - u_{2i;j} a_{1i\pm 0,5;j}^{2i;j}); \\ \varepsilon_{22i;j\pm 0,5} &= \pm(u_{1i;j\pm 1} a_{2i;j\pm 0,5}^{1i;j\pm 1} + u_{2i;j\pm 1} a_{2i;j\pm 0,5}^{2i;j\pm 1} - u_{1i;j} a_{2i;j\pm 0,5}^{1i;j} - u_{2i;j} a_{2i;j\pm 0,5}^{2i;j}); \\ \varepsilon_{12i\pm 0,5;j} &= \frac{1}{2}[\pm(u_{1i;j\pm 1} a_{2i\pm 0,5;j}^{1i\pm 1;j} + u_{2i;j\pm 1} a_{2i\pm 0,5;j}^{2i\pm 1;j} - u_{1i;j} a_{2i\pm 0,5;j}^{1i;j} - u_{2i;j} a_{2i\pm 0,5;j}^{2i;j}) \\ &+ \frac{1}{4}(u_{1i\pm 1;j+1} \cdot a_{1i\pm 0,5;j}^{1i\pm 1;j+1} + u_{2i\pm 1;j+1} \cdot a_{1i\pm 0,5;j}^{2i\pm 1;j+1} - u_{1i;j+1} \cdot a_{1i\pm 0,5;j}^{1i;j+1} - u_{2i;j+1} \cdot a_{1i\pm 0,5;j}^{2i;j+1} \\ &- u_{1i\pm 1;j-1} \cdot a_{1i\pm 0,5;j}^{1i\pm 1;j-1} - u_{2i\pm 1;j-1} \cdot a_{1i\pm 0,5;j}^{2i\pm 1;j-1} - u_{1i;j} \cdot a_{1i\pm 0,5;j}^{1i;j} - u_{2i;j} \cdot a_{1i\pm 0,5;j}^{2i;j})]. \end{aligned} \quad 13)$$

Подставляя последовательно (13) в (8), а затем в (1) и, проецируя полученные уравнения на векторы взаимного базиса \vec{a}_a локальной системы координат, получим систему двух скалярных уравнений в перемещениях и, дополнив их граничными условиями, получаем разрешающую систему уравнений плоской задачи.

Исследовано напряженно-деформированное состояние ребристой плиты-панели при действии нагрузки вертикально приложенной в срединной плоскости. Подобрано расположение ребер, их размеры и размеры плиты, соответствующие наименьшему напряженно-деформированному состоянию плиты-панели.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ельмуратов С.К. Уравнения равновесия и движения тонких оболочек и пластин и их численная реализация. // Наука и техника Казахстана, Павлодар, №1, 2005. – С. 24-33.
- 2 Ельмуратов С.К. Расчет тонких оболочек и пластин на устойчивость и динамику. // Вестник ПГУ, серия физико-математическая, Павлодар, ПГУ, №3, 2005. – С. 43-51.
- 3 Ельмуратов С.К. Исследование устойчивости и колебаний тонких оболочек и пластин методом криволинейных сеток. // Поиск, серия естественных и технических наук, Алматы, №4. 2005. – С. 312-317.
- 4 Пред. патент. 1649. РК. Комплексные добавки для бетонной смеси. / Ш.К. Торпищев., С.К. Ельмуратов и др. 15.11.2005. Бюл. № 11.– С. 3 с.

Түйіндеме

Еңбекте қатқылдық қырларымен күшейтілген плитаның кернеулі-деформациялық күйі зерттеледі. Есеп қисықсызықты торлар әдісімен орындалған.

Resume

The work presents the research of the ribbed slab reinforced with stiffening plates. The calculation has been carried out by the method of curvilinear net.

УДК 531.8

ДИНАМИКА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ВИБРОИСТОЧНИКОВ

А.Ф. Ельмуратова

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Динамика рассматриваемой системы “вибратор – конструкция - среда” определяется динамикой вибратора, к поршню которого приведены масса всей системы и внешние силы, действующие на систему, вследствие чего основной задачей исследований становится задача выявления устойчивых режимов работы исполнительного механизма виброисточника. Сложность явлений протекающих в гидравлических механизмах и множественность параметров, влияющих на работу приводов, требуют применения различных методов расчета статических и динамических характеристик гидравлических приводов в конкретных условиях их использования. В настоящее время широкое применение в проектировании таких систем нашли аналитические и графоаналитические методы расчета, используемые, как правило, на первом этапе, когда выявляются основные качественные характеристики, выбирается приближённая структура и примерные значения параметров, проектируемой гидравлической системы, обеспечивающие заданные техническими условиями показатели качества работы.

На втором этапе проверяется справедливость сделанных допущений и упрощений, а также уточняются значения параметров, при которых требования, предъявляемые к системе, удовлетворяются оптимальным образом. Этот этап требует, возможно, более полного описания динамических свойств системы и влияния внешних воздействий. Расчеты, проводимые на основе уточнённых описаний, как правило, сложны и трудоёмки, и могут быть выполнены только с использованием современной вычислительной техники. На стадии проектирования вычислительная техника весьма эффективно используется для расчета значений различных параметров системы, при которых обеспечивается заданное качество работы; для математического моделирования проектируемых систем, когда динамические свойства достаточно точно описаны, а условия работы системы приближаются к реальным; для автоматизации процесса проектирования, когда в ЭВМ вводятся исходные данные и технические требования, а на выходе получают результаты в виде цифровых значений параметров, графиков и чертежей. Широкие возможности вычислительной техники позволяют решать нелинейные задачи численными методами, выявлять режимы устойчивых движений и проводить анализ динамических свойств рассматриваемой системы.

Среди большого разнообразия следящих систем наибольшее распространение получили гидравлические системы с дроссельным управлением и наличием жесткой обратной связи по положению выходного звена.

В гидравлических виброисточниках с обратной связью функция открытия золотника запишется в виде:

$$W = f(x) = x_0 \sin 2\pi ft - k_{oc} \cdot y,$$

где x_0 - координата золотника, k_{oc} - коэффициент обратной связи.

Тогда дифференциальные уравнения вынужденных колебаний системы «вибратор - конструкция - среда» примет вид:

$$\ddot{y} + 2n\dot{y} + k^2 y + \left(\frac{b_1}{(x_0 \sin 2\pi ft - k_{oc} y)^2} \right) \dot{y}^2 \operatorname{sgn} \dot{y} + b_2 y^3 = Q \operatorname{sgn} \dot{y}, \quad (1)$$

где n, k, b, b_2 - коэффициенты, характеризующие систему «вибратор - конструкция - среда» [1].

Положение равновесия системы определяется действительным положительным корнем, обозначенным y_{cr} . После перенесения начала координат в положение статического равновесия уравнение (1) переписывается следующим образом:

$$\ddot{y} = -2n\dot{y} - k^2 (y + y_{cm}) - \left(\frac{b_1 \dot{y}^2}{(x_0 \sin 2\pi ft - k_{oc} (y + y_{cm}))^2} \right) \operatorname{sgn} \dot{y} - b_2 (y + y_{cm})^3 + Q \operatorname{sgn} \dot{y}.$$

Проанализируем знаки \ddot{y} .

$$\operatorname{sgn} \left[Q - \left(\frac{b_1 \dot{y}^2}{(x_0 \sin 2\pi ft - k_{oc} y)^2} \right) \right] = \operatorname{sgn} \dot{y},$$

$$\operatorname{sgn} \left[k^2 (y + y_{cm}) + b_2 (y + y_{cm}) + b_2 y^3 \right] = \operatorname{sgn} y$$

В целом знак \ddot{y} определяется выражением:

$$\operatorname{sgn} \ddot{y} = F_1 \operatorname{sgn} \dot{y} - F_2 \operatorname{sgn} \dot{y} - F_3 \operatorname{sgn} y - F_4$$

Здесь:

$$F_1 = \left| Q - \left(\frac{b_1}{x_0^2} \right) y^2 \right| \quad (4)$$

$$F_2 = |2n\dot{y}| \quad (5)$$

$$F_3 = \left| k^2 y_{cm} + 3b_2 y^2 y_{cm} + b_2 y_{cm}^3 \right| \quad (6)$$

$$F_4 = \left| k^2 y_{cm} + 3b_2 y^2 y_{cm} + b_2 y_{cm}^3 \right| \quad (7)$$

Рассмотрим, каким образом меняются знаки производных по времени переменных системы на участках фазовой плоскости (y, \dot{y})

На участке плоскости $y > 0, \dot{y} < 0$ (IV квадрат) с очевидностью выполняется условие знаков. $\text{sgn } y = -\text{sgn } \dot{y}$. Это же условие выполняется на участке плоскости $y < 0, \dot{y} > 0$ (II квадрат).

На участке плоскости $y \geq 0, \dot{y} > 0$ (I квадрат) требуется выполнение соотношения знаков $\text{sgn } \ddot{y} = -\text{sgn } \dot{y}$. Это произойдет при условии, если $F_1 - F_2 < F_3 + F_4$.

На участке плоскости $y < 0, \dot{y} \leq 0$ (III квадрат) соотношение знаков $\text{sgn } \ddot{y} = -\text{sgn } \dot{y}$ выполняется при условии $F_1 - F_2 < F_3 - F_4$.

Заменяя в (4)-(7) выражение для F_1, F_2, F_3 получим условия устойчивости системы с жесткой обратной связью по положению выходного звена при прямоугольном управляющем сигнале:

I квадрат:

$$\left| (P_0 - P_{cl})S - \frac{S^3 \gamma}{gkf^2 \mu^2 x_0^2} \cdot \dot{y}^2 \right| - |r\dot{y}| < \left| c(y + y_{cm}) + \frac{C_c}{2h^2} \cdot (y + y_{cm})^3 \right| \quad (8)$$

III квадрат:

$$\left| (P_0 - P_{cl})S - \frac{S^3 \gamma}{gkf^2 \mu^2 x_0^2} \cdot \dot{y}^2 \right| - |r\dot{y}| < \left| c(y + y_{cm}) + \frac{C_c}{2h^2} \cdot (y - y_{cm})^3 \right| \quad (9)$$

Анализ условий устойчивости показывает, что возможны следующие случаи, обеспечивающие устойчивую работу систем «вибратор – конструкция – среда».

- подводимое давление P_0 должно быть таково, чтобы при любых возможных возмущениях сохранялись неравенства (8) и (9).
- устойчивой работе системы способствует увеличение коэффициентов нелинейных членов за счет конструктивных параметров виброисточника.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ельмуратова А. Ф., Ешуткин Д. Н., Кожахметова А. К. Динамика и устойчивость гидравлического вибратора // журнал «Физико-технические проблемы разработок полезных ископаемых», Новосибирск, 1992. -№3, с. 76-69.
2. Ельмуратова А. Ф. Устойчивость гидровибраторов // журнал «Наука и техника Казахстана», Павлодар, 2004, №3, 10 с.

Түйіндеме

Жұмыста шығыс буынының жағдайы бойынша қатаң кері байланысы бар және дроссельді басқарылатын гидравликалық жүйенің динамикасы мен беріктігінің мәселелері қарастырылған.

Resume

Questions of dynamics and firmness of hydraulic system with throttle control and hard feedback availability according to the regulations of output branch.

УДК 621.311

РАЗРАБОТКА СПОСОБА КОМПЕНСАЦИИ ЕМКОСТНОГО ТОКА ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 6 – 10 КВ

Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов,

А.Б. Уахитова, М. К. Жанкуанышев

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

В системах электроснабжения сельских предприятий имеет место существенное увеличение тока однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) в сетях напряжение 6 – 10 кВ вследствие значительного увеличения мощностей эксплуатируемого электрооборудования и расширения производства. При этом возникает необходимость компенсации емкостных токов ОЗЗ осуществляемая резонансным заземлением нейтрали. Это обеспечивает снижение тока ОЗЗ до минимальных значений, обусловленных активными потерями изоляции сети и ДГР, и как следствие – значительное повышение надежности систем электроснабжения, уровня электробезопасности персонала при ОЗЗ, за счет снижения отключений поврежденных линий и отрицательных воздействий ОЗЗ на электрооборудование [1].

Значительная часть ДГР в системах электроснабжения сельских предприятий представляют собой устаревшие нерегулируемые реакторы и реакторы со ступенчатым регулированием, у которых переключение ступеней осуществляется при отключении от сети и, тем самым, не обеспечивающие полной компенсации емкостного тока. Полная компенсация емкостного тока замыкания на землю обеспечивается при наличии устройств автоматической резонансной настройки и ДГР с плавным регулированием компенсирующего тока.

На основании выше изложенного необходимо разработать способ повышения эффективности компенсации емкостного тока в электрической сети 6 – 10 кВ с нерегулируемым или ступенчатерегулируемым ДГР путем использования разработанного способа и устройства автоматического определения тока ОЗЗ для автоматической подстройки суммарной емкости сети с целью обеспечения резонансной настройки контура нулевой последовательности сети.

На основе принципа действия устройства компенсации емкостного тока в сети 6 – 10 кВ разработан способ повышения эффективности компенсации емкостного тока замыкания на землю, заключающийся в подключении по схеме “звезда” конденсаторов между фазами электрической сети и регулируемых конденсаторов между землей и нулевой точкой конденсаторных батарей, соединенных в “звезду” и использовании способа и устройства автоматического определения тока ОЗЗ для регулирования суммарной емкости электрической сети по величине определяемого тока ОЗЗ в сети.

На рисунке 1 представлена схема, реализующая предлагаемый способ, содержащая:

– источник питания и трехфазную электрическую сеть с фазами А, В и С;

- ступенчато регулируемый (нерегулируемый) дугогасящий реактор ДГР, подключенный между нейтралью источника питания и землей;
- конденсаторные батареи БК, соединенные по схеме “звезда” и подключенные между фазами электрической сети;
- регулируемые конденсаторы С, подключенные между землей и нулевой точкой конденсаторных батарей, соединенных в “звезду”;
- устройство автоматического определения тока ОЗЗ в электрической сет 6 – 10 кВ УАОТОЗЗ;
- дополнительную емкостную проводимость b_0 ;
- выключатель дополнительной емкостной проводимости QF1;
- выключатель нагрузки QF2;
- выключатель QF3, коммутирующий ДГР;
- исполнительный орган ИО1 выключателя дополнительной емкостной проводимости QF1;
- исполнительный орган ИО2 регулируемых конденсаторов С;
- исполнительный орган ИО3 выключателя QF3;
- емкостные проводимости изоляции сети bA, bB, bC;
- активные проводимости изоляции сети gA, gB, gC.

Принцип действия способа заключается в выполнении следующих операций, выполняемых устройством автоматического определения тока ОЗЗ в электрической сети 6 – 10 кВ: считывание с трансформатора значение напряжения нулевой последовательности; отключение дугогасящего реактора от нейтрали сети; автоматическом определении тока ОЗЗ; подключении дугогасящего реактора к нейтрали сети; автоматической подстройке суммарной емкости сети к ее определяемому настройкой значению по величине определяемого тока ОЗЗ в сети в течение периода его измерения.

В зависимости от значения напряжения нулевой последовательности U_0 осуществляется выбор режима работы устройства автоматического определения тока ОЗЗ в электрической сети 6 – 10 кВ: при $U_0 \leq 0,15 U_{\phi}$ производится задаваемая настройка сети (резонанс или перекompенсация), путем выполнения вышеописанных автоматических операций; при $U_0 > 0,15 U_{\phi}$ устройство автоматического определения тока ОЗЗ в электрической сети 6 – 10 кВ переходит в режим появления однофазного замыкания на землю. При $U_0 \geq 0,15 U_{\phi}$ устройство автоматического определения тока ОЗЗ в электрической сети 6 – 10 кВ расценивает режим сети как неполнофазный или несимметричный.

При устранении аварийных режимов сети ($U_0 < 0,15 U_{\phi}$) производится настройка сети в соответствии с начальными параметрами.

Вычисление определяемой настройки емкости сети производится для варианта металлического замыкания на землю, так как при замыкании через перемежающееся сопротивление наблюдаются переходные процессы, вследствие периодических зажиганий и погасаний дуги в месте пробоя изоляции.

Поэтому настройку выполняют на основе величин установившихся токов и напряжений нулевой последовательности [2].

При металлическом замыкании на землю потенциал нейтрали становится равным фазному напряжению сети. В месте замыкания протекает ток дугогасящего реактора, емкостный ток сети и активный ток, обусловленный активными потерями изоляции и дугогасящего реактора.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Черников А.А. Компенсация емкостных токов в сетях с незаземленной нейтралью. – М.: Энергия, 1974. – 95 с.
- 2 Цапенко Е.Ф. Замыкания на землю в сетях 6 – 35 кВ. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 127 с.

Түйіндеме

Жұмыста кернеуі 6-10 кВ электр торапта сыйымдылық тогын қарымталау құралдарының орындау бойынша жерге тұйықталу сыйымдылық тогын қарымталау тиімділігін көтеру әдісі әзірленді.

Resume

In work on the base principle action of device to capacitive current compensations in network 6 - 10 kV is designed way of raising efficiency to compensations of capacitive current of closing to the land.

УДК 665.7.038.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИСАДОК ДЛЯ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ

К.Х. Жапаргазинова, С.Ж. Жумалин, А.Ж. Жумалина

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Использование альтернативных видов топлива для автомобилей является актуальным, особенно в последнее десятилетие. Известно [1], что в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания используются, например, низшие спирты. Однако низшие спирты имеют значительно более низкую, чем бензин, теплоту сгорания. Это значит, что запас топлива в баке автомобиля должен быть увеличен, либо регулярность пополнения запасов топлива будет также возрастать. В США в качестве автомобильного топлива применяют смесь бензина и этанола. В Италии из оксида углерода и водорода получают смесь спиртов от C1 до C5 и добавлением этой присадки в автомобильные бензины увеличивают их октановое число (таблица 1).

Метанол CH_3OH и этанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ хорошо растворяются в бензине, имеют высокое октановое число смешения, но растворимы и в воде. А поскольку в товарных бензинах всегда есть вода, то спирт, используемый в качестве присадки, будет переходить в водную фазу и вместе с ней отслаиваться. В резервуарах при хранении водная фаза, содержащая спирт, окажется внизу. Для исключения расслоения, требуется добавка гомогенизатора, например, изобутилового спирта $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$, в результате потребуются дополнительные затраты.

Как видно из таблицы 1 с уменьшением длины алкильного радикала, октановое число увеличивается. Лучшие октановые характеристики у этилового и изопропилового спиртов. Так этанол повышает октановое число базового бензина от 91 до 133 по исследовательскому методу (ОЧИ), а моторному методу (ОЧМ) увеличивает на 18 единиц. Указанные спирты менее токсичны чем их гомологии [2]. **Этанол** обеспечивает значительное повышение октанового числа при меньшем содержании (5,7%) в бензине. Следует отметить, что в растворенные в углеводородах трет-бутиловый, изопропиловый и этиловый спирты имеют повышенную упругость паров от 48 до 124 кПа. Повышенная летучесть присадок приводит к обогащению паровой фазы спиртами и большому влиянию на октановые числа, что является положительным моментом. В то же время это влияет на испаряемость и упругость паров бензинов и должно учитываться при компаундировании бензинов.

Таблица 1

Основные характеристики спиртов, применяемых в бензинах

Показатели	Этанол	Изопро-панол	N-пропа-нол	Втор-бутанол	Трет-бута-нол	Примечание
Октановое число (ОЧИ)	133	122	118	105	109	Базовый бензин ОЧИ=91
Октановое число (ОЧМ)	102	98	91	92	94	Базовый бензин ОЧМ=84
Содержание спирта в бензине, % об.	5,7	7,4	7,4	9,3	9,3	Обеспечивает 2% кислорода в бензине
	7,7	10	10	12,5	12,5	Обеспечивает 2,7% кислорода в бензине
ПДК, мг/м ³	1000	980	10	450	100	Нормируется в России
Ткип., °С	78	82	98	100	83	
Упругость паров при 38° С, кПа	124	60	20	16	48	При содержании спирта 10% об. в бензине

В качестве присадок к моторным топливам широко используются простые эфиры. Из эфиров одним из наиболее эффективных веществ, используемых в качестве присадки является метил трет - бутиловый эфир (2-метил-2-метоксипропан (**МТБЭ**) (СН₃)₃СОСН₃).

Известно [2], что практически все низшие кислородсодержащие соединения имеют высокое октановое число - до 100 ОЧИ (октановое число по исследовательскому методу). У МТБЭ октановое число смешения доходит до 117 ОЧИ (таблица 2), в зависимости от углеводородного состава бензина.

Таблица 2

Основные характеристики эфиров, применяемых в бензинах

Показатели	Метил трет – бутиловый эфир (МТБЭ)	Этил трет-бутиловый эфир (ЭТБЭ)	Изопропил трет-бутиловый эфира (ИПТБЭ)	Метил трет – амила-вый эфир (МтАЭ)	Диизо-Пропило-вый эфир (ДИПЭ)	Примечание
Октановое число ОЧИ	117	119	120	112	110	Базовый бензин ОЧИ=91
Октановое число смешения ОЧМ	103	105	106	98	100	Базовый бензин ОЧМ=84
Содержание эфира в бензине, % об.	11	12,7	14,4	12,7	12,7	Обеспечивает 2% кислорода в бензине
	15,1	17,2	19,4	17,2	17,2	Обеспечивает 2,7% кислорода в бензине

Ткип., °С	55	73	87	86	68	
Растворимость в воде, %, при 20 °С	4,8	0,1	0,05	0,2	0,2	

Все эфиры, особенно третбутиловые, характеризуются высокими октановыми числами, которые сопоставимы с низшими спиртами. Наивысшие значения октановых чисел по исследовательскому методу имеет изопропил трет-бутиловый эфира (**ИПТБЭ**) и этил трет-бутиловый эфир (**ЭТБЭ**). МТБЭ имеет среднее значение октанового числа равное 117 (ОЧИ), однако изготовление МТБЭ более дешево и экономичнее чем у **ИПТБЭ** и **ЭТБЭ**. По сравнению с другими эфирами метил трет-бутиловый эфир обеспечивает значительное повышение октанового числа при меньшем содержании (11%) в бензине. Главным преимуществом эфиров по сравнению с низшими спиртами, является их растворимость в бензине и нерастворимость в водной фазе. Например, этанол растворяется в воде полностью, а МТБЭ хорошо растворяется в бензине в любых соотношениях, практически не растворяется в воде, не ядовит.

При использовании МТБЭ сокращается расход нефти на производство заданного количества товарного бензина, а также достигается её заметная экономия благодаря смягчению требований к октановой характеристике традиционных углеводородных компонентов бензина. МТБЭ имеет равную с бензином топливную характеристику. Наличие в нем кислорода существенно улучшает процесс сгорания топлива в цилиндрах, повышая экономичность двигателя и снижая содержание в выхлопе продуктов неполного сгорания.

Технология производства МТБЭ протекает в одну стадию: метиловый спирт CH_3OH взаимодействует с изобутиленом (2-метилпропеном) C_4H_8 . Процесс идет при средних температурах (50-70°C) и давлениях (1-1,2 мПа). Реакцию осуществляют на специальном катализаторе (чаще всего это ионообменные смолы) с высокой селективностью и почти полной конверсией за один проход. В качестве сырья, используют фракцию С4 каталитического крекинга, в которой кроме изобутилена присутствуют и Н-бутилены (1- и 2-бутены) C_4H_8 [4]. Селективность образования МТБЭ такова, что из смеси углеводородов в реакцию вступает только изобутилен. Тем самым синтез МТБЭ одновременно служит и процессом разделения фракции С4. Непрореагировавшие Н-бутилены служат наряду с МТБЭ товарной продукцией установки.

Топливная смесь бензина с МТБЭ обладает следующими свойствами:

- улучшаются антидетонационные свойства легкокипящих составляющих бензина, увеличивается детонационная стойкость и стабильность топлива;
- снижается температура запуска двигателя и токсичность отработавших газов;
- уменьшается интенсивность изнашивания деталей двигателя, образование нагара и лаковых отложений;
- сокращается расход топлива.

Процесс приготовления бензинов представляет собой процесс механического смешивания низкооктанового бензина и МТБЭ. Подсчитано [3], что наиболее экономично добавлять в бензин 5—15% МТБЭ. При добавлении 10% МТБЭ октановое число полученного бензина повышается на 2,1 – 5,8 единиц (по исследовательскому методу) в зависимости от углеводородного состава исходного сырья.

По требованиям ЕЭС к автобензинам Евро-3 (2000 год) и Евро-4 (2005 год) установлено максимальное содержание кислорода 2,3% и 2,7% соответственно. Так, требования Евро-3 и Евро-4 представлены в таблице ниже. К числу основных эксплуатационно-ка-

чественных показателей бензина относят показатели *его детонационной стойкости и склонность к нагарообразованию*.

Все законодательные инициативы, жестко регламентирующие экологические показатели качества топлив, в итоге направлены на снижение токсичности отработанных газов транспортных средств.

Поэтому в Европейском Союзе, США и других развитых странах приняты жесткие нормы по токсичности ОГ (оходящих газов) автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями, регламентирующие содержание CO, SO₂, N_xO_y и C_xH_y. С 2005 г. в ЕС действуют нормы токсичности Евро-4. Это означает, что автомобили, продаваемые в странах ЕС должны соответствовать этим нормам, естественно, при применении соответствующего топлива, экологические показатели которого также регламентированы соответствующим отдельным стандартом.

Таблица 3

Требования к бензинам ЕС (Евро-3 и Евро-4)

Показатели	Евро-3 (2000 год)	Евро-4 (2005 год)
макс. содержание бензола, %	1	1
макс. содержание серы, ppm	150	30
макс. содержание ароматических компонентов, %	42	30
макс. содержание олефиновых компонентов, %	18	14
макс. содержание кислорода	2,3	2,7
наличие моющих присадок	обязательно	обязательно

Таким образом, требования Евро-4, помимо снижения максимального содержания серы, олефиновых компонентов и ароматических компонентов, увеличили максимальное количество кислорода до 2,7%, что позволило увеличить объемы использования эфиров с целью замещения углеводородов. Согласно требованиям Евро-4 требуемая концентрация в пересчете на МТБЭ составляет 11%, а допустимая 15,1%, в пересчете на ЭТБЭ (и МтАЭ) – 12,7% и 17,2% соответственно.

Помимо выполнения экологических требований стало необходимо постоянно наращивать выпуск бензинов с ОЧИ 92, 95 и выше, спрос на которые непрерывно растет. Октановое число, в этом случае, оправданно поднимать присадкой: кислородсодержащей - МТБЭ [5].

ЛИТЕРАТУРА

- Итинская, Н. И. Топливо, масла и технические жидкости / Н. И. Итинская, Кузнецов Н. А. – М. Агропромиздат, 1989. - 26 с.
- Кушниренко К. Ф. Краткий справочник по горючему. – М.: Всениздат, 1979. – 66 – 67 с.
- Бойко Ю. А. Производство экологически чистой высокооктановой добавки к бензину/ Ю. А. Бойко, К. В. Баклашов. – М., 2002. -57 с.
- Чаплин Д.Н. Выделение изобутилена и изоамиленов из углеводородных фракций.- М., 1981. - 35 с.

5. Иванов В.Н., Ерохов В.И. Экономия топлива на автомобильном транспорте. - М.: Транспорт, 1984. - 302 с

Түйіндеме

Бұл мақалада мотор жағар майына қосындысының химиялық құрылымы және құрамына байланысты базалық бензиннің октан санының сараптама әсері жүргізілген. Метилдің үшіншілік бутил эфирдің спирттер мен басқа эфирлермен салыстырғандағы артықшылықтары көрсетілген.

Resume

In clause the analysis of structure prisadok to motor toplivo and their influence on oktan number base benzin is given depending on a chemical structure and contents in a mix. Is described of use marked(aimed) tret - bytilovogo of an ether in comparison with other ethers and spirits.

УДК 624.15.001.63

ГЕОМЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ НА КРУПНООБЛОМОЧНЫХ ГРУНТАХ С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

В.А. Козионов*Павлодарский государственный университет**им. С. Торайгырова*

Введение. Строительство современных высотных зданий и сооружений с развитой подземной частью часто осуществляется на основаниях из крупнообломочных грунтов с песчаным или глинистым заполнителем. Условие применения уравнений механики деформируемого тела к описанию напряженно-деформированного состояния (НДС) такой среды [1], записывается в виде

$$h < H < \Lambda, \quad (1)$$

где h – размер скальных обломков;

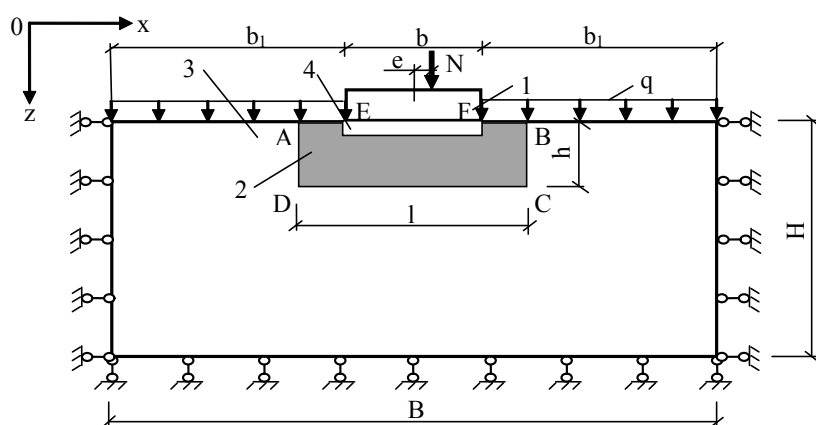
H – размер образца грунта, при котором его можно считать локально однородным эквивалентным материалом;

Λ – расчетная область (характерный размер) массива грунта.

Полное соблюдение данного условия, как показывает обзор наиболее распространенных в практике геомеханических моделей оснований [2], для крупнообломочных грунтов с заполнителем часто оказывается невозможным вследствие особенностей их состава, строения и конструктивных решений фундаментов. Это ограничивает возможности детальных исследований НДС таких оснований, например, на уровне, характерном для однородных грунтовых массивов.

Целью работы, является обоснование новой геомеханической модели грунтового массива крупнообломочных грунтов с заполнителем с использованием подходов механики композиционных материалов, удовлетворяющей условию (1).

Геомеханическая модель основания. Для выполнения расчетов оснований фундаментов на крупнообломочных грунтах автором предлагается геомеханическая модель основания, частично изложенная ранее в работе [3] и др., представляющая собой слой дискретно-неоднородного грунта ограниченной, в общем случае переменной, толщины и длины, примыкающий в основании к фундаменту. В пределах данного слоя формируется базовая механико-математическая модель, учитывающая строение слагающих грунтов и особенности их механического поведения. Остальная часть основания с использованием принципа эквивалентной гомогенности [4], рассматривается как квазиоднородная среда с осредненными по расчетному объему механическими характеристиками (рисунок 1).



1 – фундамент; 2 – слой дискретно-неоднородного грунта;
3 – однородный массив грунта; 4 – подготовка

Рисунок 1 – Расчетная схема основания из крупнообломочных грунтов

Размеры b_1 , B , H устанавливаются на основе общих требований к геомеханическим расчетам оснований, а величины l , h – по результатам специальных расчетов по оценке их влияния на НДС системы «фундамент-основание».

Такая схема разрабатывается по результатам инженерно-геологических изысканий участка строительства с учетом требований СНиП РК 5.01-2002 к исследованиям крупнообломочных грунтов. На ней отражаются особенности состава и расположения структурных элементов (твердые включения, заполнитель, зоны контактов элементов), их размеры, форма и содержание. Эти работы выполняются путем фотографирования площадок массива, анализа гранулометрического состава грунтов, проходки скважин и шурфов, использования стереологических построений и других подходов, рассмотренных в работе [5].

Грунты основания рассматриваются как среда с наиболее адекватной экспериментальным данным механико-математической моделью (линейно или нелинейно-деформируемая среда, включая отражение реологических свойств). Для дискретно-неоднородной области механические характеристики назначаются отдельно для каждого типа включений и заполнителя, а для однородной области – по данным полевых испытаний или расчетно-экспериментальными методами.

Для удобства расчетов область структурно-неоднородного грунта может быть представлена в виде прямоугольника (плоская задача) или параллелепипеда (пространственная задача). Следует отметить, что эта модель основания отличается физической сущностью от модели слоя ограниченной толщины и длины [2].

В частных случаях модель основания может быть представлена дискретным слоем грунта на однородном деформируемом основании ($h < H$ и $l = B$), дискретным слоем грунта на абсолютно жестком основании ($l = B$ и $h = H$, $l < B$ и $h = H$), локальной областью основания ABCD с переменными размерами $l_i = f(x)$, $h_i = f(z)$.

Для участков основания 2 и 3 (рисунок 1) могут выделяться непрерывно-неоднородные или кусочно-однородные области с различными показателями механических характеристик слагающих грунтов с отражением, нередко, сложных условий их залегания (в особенности элювиального генезиса) в основаниях зданий и сооружений. Расчет НДС

основания выполняется методом конечных элементов (МКЭ) с учетом представления его в виде двухуровневого континуума и отражения: крупнообломочной составляющей и заполнителя; типовой структуры, состоящей из включений и заполнителя, обладающей осредненными механическими свойствами; размеров расчетной области основания и фундамента.

Исследованные варианты расчетной модели основания. Рассмотрим результаты исследований по обоснованию предложенной модели крупнообломочного основания. Часть из них опубликована в работе [6], с участием О.В. Тарасовой. В качестве основания рассматривался крупнообломочный грунт с заполнителем, механические свойства которого приведены в таблице 1 [7].

Таблица 1

Механические свойства грунтов

Механические характеристики	Компоненты модели		Осредненные параметры	
	Мергель	Суглинок	n = 0,2	n = 0,4
Модуль сдвига G, КПа	86436	2148	4831	6079
Модуль деформации E, КПа	195000	5800	13430	16780
Коэффициент Пуассона ν	0,128	0,35	0,39	0,38
Сцепление, КПа	600	46	45	50
Угол внутреннего трения, град.	29	32	27	33

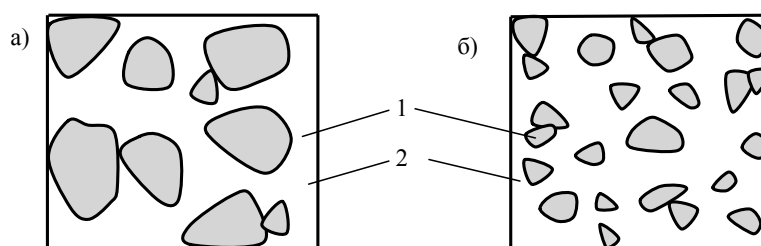
Механические характеристики включений и заполнителя описывались моделью бездилатансионной упругоидеальнопластической среды. Условие прочности описывалось критерием Кулона – Мора. Сетка разбивки содержала до 410 конечных элементов. Расчеты выполнялись МКЭ по программе SCAD.

Математическое моделирование проводилось на двух типах расчетных моделей основания: схема А в виде дискретно-нормального основания с отношением размеров включений к ширине подошвы фундамента $d/b=1,0 \dots 3,0$ (серия 1) и $d/b=0,1 \dots 0,3$ (серия 2); схема Б в виде квазиоднородного основания для расчета осадок фундаментов по механическим свойствам заполнителя (серия 3) и осредненным параметрам включений мергеля и заполнителя из суглинка (серия 4).

Все расчеты МКЭ проводились для вариантов содержания включений $n = 0\%, 20\%$ и 40% при размерах ширины подошвы фундамента $b = 1, 2, 3$ и 4 м.

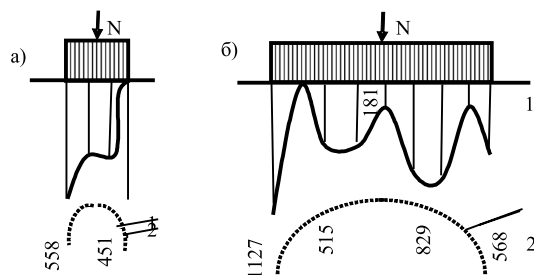
На рисунке 2 приведены исследованные фрагменты «типовых структур» оснований фундаментов на крупнообломочных грунтах с заполнителем.

По степени каркасности исследованные структуры относятся ко второму классу – крупнообломочным грунтам с несовершенным каркасом. Поэтому для данного типа грунтов учитывалось взаимодействие включений и заполнителя.



а – при $d/b=1,0 \dots 3,0$; б – при $d/b=0,1 \dots 0,3$; 1 – включения; 2 - заполнитель
Рисунок 2 – Фрагменты исследованных структур оснований фундаментов

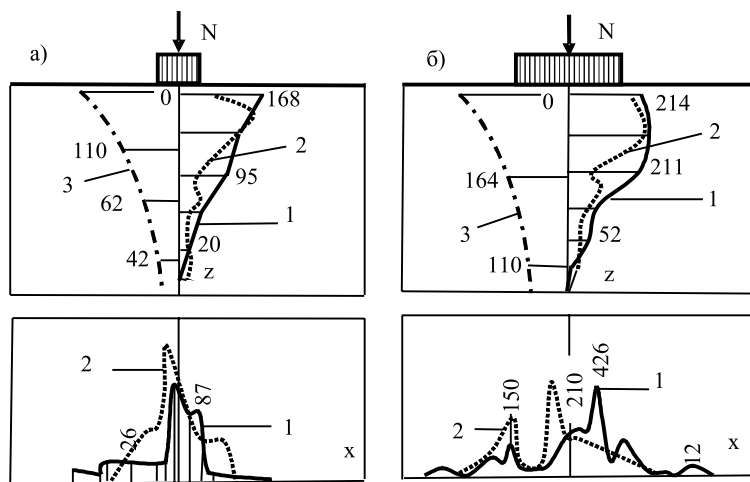
Контактные давления по подошве фундаментов. На рисунке 3 приведены результаты вычислений контактных напряжений по подошве жесткого фундамента при содержании включений $n = 0,4$ и давления по его подошве $P = 500$ кПа.



а – при $b = 1$ м; б – при $b = 4$ м; неоднородное (1) и однородное (2) основания
Рисунок 3 – Эпюры напряжений $P(x)$ по подошве жесткого фундамента

Из рисунка 3 следует, что наличие включений изменяет, по отношению к однородному основанию, вид эпюры контактных напряжений $P(x)$, которая зависит также от процентного содержания включений, их размера, ширины подошвы фундамента, а также степени развития пластических деформаций в основании. Это обуславливает и различие изгибающих моментов по подошве фундамента.

Напряженное состояние основания. На рисунке 4 приведены, в качестве примера, результаты вычислений вертикальных напряжений σ_z в основании фундамента по осям z и x при среднем давлении по его подошве $P = 200$ кПа.

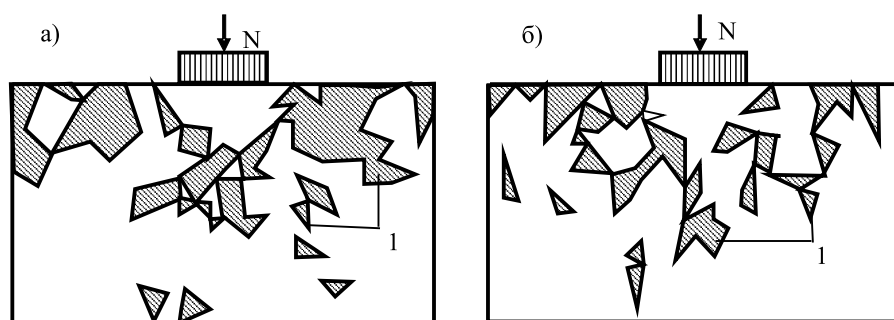


а – при ширине фундамента $b = 1$ м; б – при ширине фундамента $b = 3$ м;
1 – при содержании включений $n=0,4$; 2 – при $n=0,2$; 3 – при $n=0$
Рисунок 4 – Эпюры напряжений σ_z в основании при $d/b=1,0...3,0$ (серия1)

Как видно из рисунка поле напряжений в дискретном основании характеризуется чрезвычайной неоднородностью. У острых углов включений возникает резкая концентрация напряжений, что приводит к возникновению локальных пластических деформаций в материале заполнителя. Из рисунка 4 также следует, что очертание эпюры σ_z в основании даже при одинаковом содержании включений зависит еще от ширины подошвы фундамента. Различие в эпюрах σ_z получено и при отличающихся сочетаниях параметров n и

b . В обобщенном виде, можно записать выражение $s_z = f(P, Z, n, b)$. Это указывает на зависимость НДС основания от ширины фундамента, нагрузки, размера и содержания включений и ряда других структурно-механических факторов.

Развитие зон разрушений грунта в основании фундаментов. Наряду с исследованием НДС проводился также анализ прочности оснований. Характерные примеры развития зон разрушений в основаниях приведены на рисунке 5.

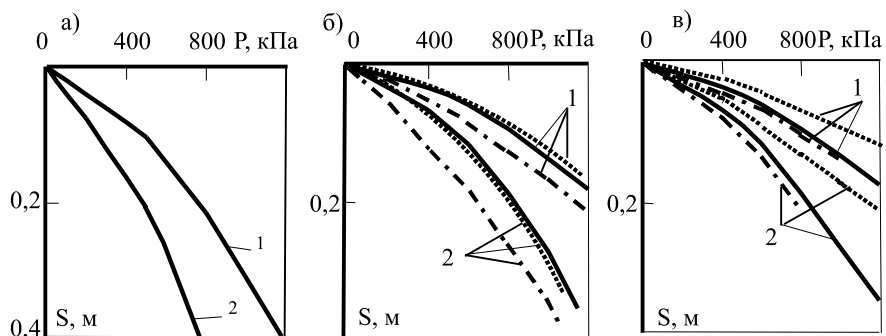


а – при $n=0,2$ (серия 1); б – при $n=0,4$ (серия 1)

Рисунок 5 – Зоны разрушения грунта (1) под фундаментом ($b=3$ м, $P=600$ КПа)

Анализ численных экспериментов показал, что разрушение структуры дискретно-неоднородного основания начинается с заполнителя вокруг концентраторов напряжений. С ростом нагрузки на грунт локальные зоны разрушения развиваются, образуя обширную область, включающую и обломки скального грунта. Характер развития зон разрушения грунта в основании, как показали исследования, существенно зависит от содержания включений, их размера, а также ширины подошвы фундамента. Эти особенности характеризуют проявление в основании масштабной неоднородности, обусловленной структурно-механическими особенностями дискретно-неоднородных грунтов. Отмеченный механизм разрушения грунтов основания отличается от известных данных для однородных сред.

Осадки фундаментов. Из рисунка 6 следует, что графики осадки фундамента S от среднего давления по его подошве P , т.е. $S = f(P)$ имеют нелинейный характер. Они зависят как от содержания включений, так и ширины подошвы фундамента. Учет включений в основании фундаментов во всех случаях снижает их осадку. Для серии расчетов при значениях $d/b=1 \dots 3$, вследствие масштабной неоднородности среды, получена зависимость осадки фундамента от места расположения фундамента на поверхности основания.



а) – $n = 0$; б) – $n = 0,2$; в) – $n = 0,4$; 1 – $b = 1$ м; 2 – $b = 2$ м; сплошная линия – однородная среда; штриховая – $d/b = 0,1 \dots 0,3$; штрихпунктирная – $d/b = 1 \dots 3$

Рисунок 6 – Графики зависимостей $S = f(P)$

Для анализа нелинейности графиков $S = f(P)$ использована формула

$$S = \frac{(1-\nu^2)\omega \cdot b}{A_z^{1/m}} P^{1/m}, \quad (2)$$

где A_z и m – коэффициент деформируемости и параметр упрочнения;
 ω – коэффициент формы и жесткости фундамента;
 ν – коэффициент Пуассона грунта.

Определение параметров A_z и m осуществлялось по компьютерной программе. Анализ данных показал, что для квазиоднородных схем оснований (серии 3 и 4) параметр упрочнения m несущественно зависит от ширины подошвы фундамента и содержания включений, тогда как различие в коэффициентах A_z для фундаментов шириной $b=1$ м и $b=2$ м достигает 60,4%.

Зависимость параметров A_z и m от содержания включений, ширины фундамента и расчетной схемы основания для серий расчетов 1 и 2 имеет сложный характер. Из полученных данных следует, что адекватности осадок не наблюдается ни для одной из рассмотренных моделей оснований. Например, при нагрузке на фундамент $P=400$ кПа различие в осадках составляет 15,5...33,1%. При этом важно отметить, что наименьшее различие в осадках фундаментов получено для моделей оснований в виде квазиоднородной (средней по свойствам) и дискретно-нормодной сред при отношении $d/b=0,1 \dots 0,3$ при $b=2$ м.

При практическом соответствии параметров нелинейной зависимости $S=f(P)$ для моделей квазиоднородного и дискретно-нормодного оснований можно использовать следующий прием расчета осадок фундаментов на крупнообломочных грунтах с использованием метода М.В. Мальшева [8].

1. По формулам механики грунтов определяются расчетное сопротивление R и предельное сопротивление P_U грунтов квазиоднородного основания.

2. Определяется осадка фундамента S_p по формуле М.В. Малышева для квазиоднородного основания за пределами линейной зависимости, т.е. при $P > R$

$$S_p = S_R \left[1 + \frac{(P_U - R)(P - R)}{(R - \sigma_{zg,0})(P_U - P)} \right], \quad (3)$$

где S_R - осадка квазиоднородного основания при $P=R$;

$\sigma_{zg,0}$ - напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы.

3. Определяется осадка основания S_{RD} с учетом дискретной неоднородности его строения при $P=R$. Эту величину можно определить численным способом расчета МКЭ, либо методом послойного суммирования применительно к крупнообломочным грунтам по СНиП РК 5.01-2002.

4. Величина S_{RD} подставляется в формулу (3) вместо значения S_R .

Выполним расчет по изложенной методике для фундамента $b=2$ м при $n=0,2$ (рисунок 6б) для среднего давления по его подошве $P=600$ кПа. Для квазиоднородного основания $R=479$ кПа, $P_U=1746$ кПа, $s_{zg,0}=27$ кПа (для глубины заложения фундамента $d=1,5$ м и удельного веса грунта $\rho=18$ кН/м³). При условии $P=R$ величины $S_R=0,0852$ м, $S_{RD}=0,0905$ м. Тогда при $P=600$ кПа осадки фундамента составят $S_p=0,1104$ м (расчет МКЭ – 0,115 м), а $S_{RD}=0,1175$ м (расчет МКЭ – 0,1207). Таким образом, погрешность расчета составила 2,6 %.

Выводы

1. Обоснованы геомеханическая модель основания, аппарат двухуровневого континуума и методика для расчетов фундаментов на крупнообломочных грунтах с учетом дискретности их строения, различия показателей механических свойств, состава, формы, ориентации, размеров включений и заполнителя.

2. Совокупность разработанных методик позволяет, в дополнение к существующим способам, проводить многовариантные, многофакторные расчеты фундаментов на крупнообломочных грунтах главным образом путем математического моделирования, что повышает эффективность и надежность проектирования различных объектов в сложных грунтовых условиях.

3. Эффективность использования предложенной геомеханической модели возрастает при проектировании оснований высотных зданий, включающих крупные обломки скальных грунтов, сопоставимые с размерами фундаментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ухов С.Б. Грунты как композиционные материалы природного образования. // Строительство в России: прогресс науки и техники. – М.: 1993. – С. 130 – 139.
2. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: Изд-во АСВ, 2005. – 488 с.
3. Козионов В.А. Взаимодействие ленточных фундаментов с дискретно-неоднородным основанием // Материалы международной научной конференции. - Пенза : Приволжский дом знаний, 2008. – С. 60 – 63.

4. Кристенсен Р. Введение в механику композитов. – М.: Мир, 1982. – 334 с.
5. Теоретические основы инженерной геологии. Механико- математические основы / Под ред. акад. Е.М. Сергеева. – М. : Недра, 1986. – 256 с.
6. Козионов В.А., Тарасова О.В. Конечноэлементный анализ взаимодействия ленточного фундамента с обломочно-глинистым основанием // Материалы международной научной конференции. – Екибастуз: ЕИТИ, 2009.- С. 591 - 595
7. Козионов В.А., Тарасова О.В. Расчетная оценка влияния формы и содержания включений на механические свойства обломочно-глинистых грунтов // Материалы международной научной конференции «VII Сатпаевские чтения». Т.6, Ч. 1. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова, 2009. – С. 120 – 126.
8. Малышев М.В., Болдырев Г.Г. Механика грунтов, основания и фундаменты в вопросах и ответах. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 320 с.

Түйіндеме

Толтырғышымен ірісінықты грунттарда іргетастар негізінің құрылым құрылысын есепке алған геомеханикалық моделінің негіздемесі келтіріледі. Негіздің кернеулі-деформацияланған жағдайының ерекшеліктерінің, онда қиратудың аймақтары пайда болуы мен дамуының, сонымен бірге іргетастардың табанына контактық қысымының талдауы берілген.

Resume

The substantiation of geomechanical model of the basis from large fragmental filler grounds, considering structure of their constitution is adduced. The analysis of features of tensely deformed condition of the basis, formation and development in it of destruction zones, and also contact pressure on a sole of the bases is presented.

УДК 666.972.16

ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ БЕТОНА ОТ СТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ И ЭНЕРГИИ СВЯЗИ МЕЖДУ ЕЕ СОСТАВЛЯЮЩИМИ

П.В. Корниенко

Павлодарский государственный университет

им. С.Торайгырова

Проблема повышения надежности и безопасности зданий и сооружений многофакторная. Для возведения современных зданий и сооружений необходимы бетонные и железобетонные конструкции высокой надежности, в том числе прочные, ремонтоспособные, сейсмостойкие, долговечные и радиационночистые [1].

За последние годы произошел не прогресс, а по существу, регресс в качестве изготовления конструкций и возведения объектов из бетона и железобетона [2]. В результате этого участились случаи преждевременных деформаций и разрушений конструкций, зданий и сооружений.

Разрушения зданий и сооружений за последние десятилетия, которые произошли после землетрясений в Узбекистане, Армении и Турции, а также после ряда взрывов и наводнений в условиях чрезвычайных ситуаций, показывает, что одной из главных причин низкой прочности и долговечности объектов является применение, для их строительства бетона и железобетона низкого качества.

Принципиальное улучшение качества бетонов и конструкций из них связано с использованием высококачественных заполнителей — песка и щебня, вяжущих веществ, принципиальной модернизацией существующей технологии изготовления бетонов и железобетонов на заводах-изготовителях, качественным выполнением бетонных работ непосредственно на строительных площадках [3].

Необходимость получения материалов в виде искусственных конгломератов или композитов с наперед заданными свойствами требует возвращения к понятиям зависимости физико-технические свойства от структуры, строения, как исходных компонентов, так и проектируемых материалов. При этом все эти связи необходимо рассматривать в виде динамической системы, которая меняется в технологическом процессе производства так и в условиях эксплуатации.

Организовать в технологическом плане производство материалов, изделий и конструкций имеется много путей в зависимости от различных доступных местных компонентов и вяжущих веществ. Занимаясь проектированием составов, с использованием известных закономерностей для различных видов бетона и, учитывая влияние технологических параметров производства на формирование материала с требуемыми свойствами, мы должны обратить особое внимание на формирование новообразований и порового пространства основного компонента — цементного камня в бетоне.

При этом необходимо учитывать, чтобы проектируемый материал в изделиях, да и сами изделия в процессе эксплуатации не меняли своих свойств под действием окружающих факторов, в течение проектируемого периода эксплуатации с учетом класса и нормативных документов.

В работе [4] структура цементного камня представлена твердой фазой и поровым пространством, заполненным жидкостью или газом, причем важнейшие свойства бетона зависят от физических и физико-химических характеристик и каркаса, и порового пространства. Следовательно, целесообразно такое совместное рассмотрение капиллярно-пористого цементного камня в бетоне, которое позволит одновременно учесть формирование как его твердой фазы, так и порового пространства. Это предполагает общность подхода к ним, построенного по единому достаточно строгому признаку. Крайне желательно, чтобы одновременно с помощью выбранного признака учитывались и дефекты структуры твердой фазы цементного камня, от которых зависят физико-механические и деформативные свойства бетона. Наконец, важно, чтобы выбранная классификация по возможности позволяла рассматривать процессы, протекающие при становлении структуры цементного камня, в кинетическом аспекте.

Наиболее логично в качестве основы для подобной систематизации выбрать линейные размеры капилляров, пор и элементов каркаса. Вместе с тем, если известно несколько классификаций бетонов, основанных на различиях в их поровой структуре [6, 7, 8], то классификации твердой фазы цементного камня, построенной по принципу дисперсности частиц, нет. Поэтому в развитие представления об уровнях структуры, предложенного для оценки коррозионной стойкости бетона, мы рекомендуем следующую общую градацию капилляров и структурного каркаса с учетом дефектов в последнем.

Надмолекулярный уровень дисперсности; $D = 2 \cdot 10^8 - 4 \cdot 10^9 \text{ м}^{-1} (10^{-9} < l < 5 \cdot 10^{-9} \text{ м})^*$.

(* Дисперсность D , как известно, связана с характеристическим размером частиц l зависимостью $D = 1 / l$.)

Несмотря на весьма узкий интервал изменения l , первый уровень дисперсности твердой фазы очень важен, так как он включает в себя размеры частиц, отвечающие устойчивым трехмерным зародышам. Этим и определяется низшая граница надмолекулярного уровня: частицы меньшего размера не способны к самостоятельному существованию, т. е. вероятность их распада выше, чем вероятность дальнейшего роста. Вместе с тем частицы этого уровня должны обладать свойствами фазы, т. е. иметь в ширину не менее трех элементарных ячеек. Твердые частицы, относящиеся по дисперсности к надмолекулярному уровню, при различном фазовом и химическом составе объединяются общим признаком — чрезвычайно развитой поверхностью и, как следствие этого, отсутствием постоянного значения межфазовой энергии σ_r , которая зависит от их размеров

$$\sigma_r = \sigma (1 - a_1 / l), \quad (1)$$

где σ - межфазовая энергия бесконечно большой частицы, т. е. частицы, для которой значение межфазовой энергии перестает зависеть от ее размера; a_1 — константа.

Для таких частиц не выполняется известное уравнение Томсона—Кельвина:

$$r' = 2M\sigma / RT\rho \cdot \ln C / C_\infty, \quad (2)$$

где r' — критический радиус частицы; M — молекулярная масса; R - газовая постоянная; T - абсолютная температура; ρ — плотность; C и C_∞ - соответственно растворимость частиц радиусами r и бесконечно большого.

Следовательно, верхняя граница надмолекулярного уровня также имеет вполне определенный физический смысл: она соответствует такой дисперсности частиц, при которой σr для них перестает зависеть от их размера, т. е. $\sigma r = \sigma$ и справедливо уравнение (2).

Однако абсолютное значение l для верхнего предела дисперсности, как и для нижнего, нельзя обозначить какой-то одной цифрой*, оно зависит от кристаллохимических особенностей и физических параметров образующихся фаз. Так, известно, что гидросиликаты кальция нередко растут только в направлении цепей главных валентностей, поэтому их эквивалентный размер для надмолекулярного уровня соответствует не максимальной длине, а ширине этих гидратов, составляющей в случае трех слоев 3 нм (толщина элементарной ячейки равна ~ 1 нм). Выделение надмолекулярного уровня в самостоятельный при изучении структурообразования, согласно [4], необходимо по трем основным причинам: во-первых, этот уровень дисперсности соответствует самой начальной стадии формирования первичного каркаса будущей структуры цементного камня, протекающей в объеме коагуляционной структуры свежего цементного теста. При этом непрерывный структурный каркас еще может не образоваться, однако уже имеются отдельные контакты между возникшими или уже растущими частицами новой фазы. Во-вторых, в надмолекулярный уровень дисперсности точно вписывается дисперсность “пор геля” (по терминологии [8]), занимающих около 28 % объема твердой фазы [8, 9]. Форма этих пор чаще всего щелевидная, поэтому можно учитывать либо минимальное расстояние между формирующими их стенками, либо средний эквивалентный размер, который составляет примерно 1,5-4 нм.

При этом энергия связи с твердой поверхностью основного количества воды, находящейся в порах геля, сопоставима с энергией связи конституционной воды в высокогидратных новообразованиях цементного камня (адсорбированный монослой или не очень сильно отличающийся от него второй слой). Даже если принять для усредненного диаметра пор геля h значение 3-4 нм, то и тогда вода в них находится под столь сильным влиянием поля сил стенок, что ее средняя плотность, электропроводность, вязкость, температура замерзания и некоторые другие показатели будут отличаться от таковых для свободной воды. Соответственно при этом не удастся использовать ни уравнения Кельвина (при замене в нем отношения концентраций C/C^∞ давлениями пара p/p^∞), ни уравнения Лапласа

$$\Delta p = 2\sigma / r \quad (3)$$

В-третьих, надмолекулярному уровню соответствует ширина дислокации, которые, как и другие несовершенства структуры в сильной степени влияют на физико-механические свойства и ползучесть бетона (точечные дефекты, например, вакансии или дырки, имеющие размеры атомов или молекул, находятся вне этого уровня). Благодаря введению градации надмолекулярного уровня удастся полнее учесть влияние добавок, особенно сильно проявляющееся именно в условиях становления структуры цементного камня в бетоне.

Субмикроскопический уровень: $D = 10^7 - 2 \cdot 10^8 \text{ м}^{-1}$ ($5 \cdot 10^{-9} < l < 10^{-7} \text{ м}$).

Как видно, дисперсность твердой фазы, относящейся ко второму уровню, отвечает частицам коллоидных размеров ($10^{-9} - 10^{-7} \text{ м}$), если не считать той ее части, которая отнесена нами к надмолекулярному уровню.

Во второй уровень попадает основная масса гидратных новообразований, слагающих структуру цементного камня*, в том числе и в зоне его контакта с заполнителями и

* Это замечание справедливо также для верхних и нижних пределов остальных уровней дисперсности

арматурой. Этой же дисперсностью обладают отдельные оставшиеся в цементном камне не полностью прогидратированные зерна вяжущих.

Существенно, что и среднее статистическое расстояние между дислокациями и некоторыми другими дефектами в твердой фазе цементного камня также соответствует этому уровню дисперсности. Как известно [8, 9, 7, 10], и размеры значительной части капилляров, причем тех, которые преимущественно определяют газо- и водопроницаемость бетона, также лежат в пределах $5 \cdot 10^{-9} - 10^{-7}$ м**.

Важность этого уровня дисперсности для теории и практики очевидна. Именно на этом уровне в полной мере проявляются особенности коагуляционного, условно-коагуляционного и кристаллизационного структурообразования, а также формируется поровое пространство цементного камня. Частицы указанной дисперсности обладают всеми основными хорошо известными свойствами коллоидных частиц: способностью к броуновскому движению, ближней и дальней коагуляции, полупроницаемостью, приводящей к осмотическим явлениям [11, 7] и т.д.

С позиций формирования структуры цементного камня наиболее характерные различия между этим и предыдущим уровнем заключаются в том,

что на надмолекулярном уровне идет, главным образом, возникновение зародышей новой фазы, причем эти процессы протекают в кинетической области, а на субмикроскопическом уровне в основном идет рост новой фазы, причем с диффузионным контролем за процессом. Как уже говорилось, верхняя граница субмикроскопического уровня для твердых частиц имеет достаточно строгий физический смысл; напомним, что для нее уравнение Кельвина неприемлемо, но уже по другой причине, чем та, которая указывалась при рассмотрении предыдущего уровня: в данном случае растворимость C частиц больших размеров достигает равновесного значения C_{∞} , т. е. $C/C_{\infty} = 1$ и $\lg C/C_{\infty} = 0$.

Точно также физически обоснован выбор предельного значения диаметра капилляров цементного камня, попадающих в субмикроскопический уровень. Во-первых, при $h \geq 10^{-7}$ м и нормальном барометрическом давлении теряется способность к массовой капиллярной конденсации влаги, т. е. влага может заполнять капилляры только при ее непосредственном соприкосновении с капиллярно-пористым телом*. Во-вторых, при h , близком к 10^{-7} м, механизм переноса газов через капилляры меняется [5] (длина свободного пробега молекул газа при атмосферном давлении составляет примерно

$0,6 \cdot 10^{-7}$ м). Кроме того, при $h \geq 10^{-7}$ м, как показали экспериментальные исследования [5], значения поверхностного натяжения воды σ и ее вязкости в гидрофильных капиллярах с диаметром $h \geq 10^{-7}$ м соответствуют табличным данным для свободной воды. В отличие от этого, при меньшем значении h начинает сказываться силовое поле стенок капилляров и указанные параметры воды могут измениться.

Добавки в бетон оказывают влияние и на субмикроскопическом уровне дисперсности частиц, хотя очевидно, что их действие началось раньше.

Микроскопический уровень: $D = 10^4 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ ($10^{-7} < l \leq 10^{-4}$ м). В отличие от двух предыдущих уровней установление верхнего предела размеров частиц твердой фазы для этого Уровня носит весьма условный характер, хотя и оправдано практическими соображениями: к нему отнесен весь спектр частиц вяжущих, включая самые крупные фракции, и некоторые новообразования: гидроксид кальция, составляющий около 15 %

*С оговоркой, что длина волокнистых гидросиликатов кальция значительно превышает их толщину.

** Нередко их называют микропорами, не выделяя отдельно поры геля

* Известно, капилляры имеют переменный по длине диаметр, поэтому речь идет о его некоторой усредненной величине поверхностного натяжения и почти не искаженную силами тяжести

общей массы твердой фазы цементного камня, гипс, основные соли, например, гидроксихлориды кальция, карбонат кальция и некоторые другие соединения. Кроме того, частицами этих размеров характеризуется ряд продуктов, вызывающих физическую коррозию бетона и кристаллизующихся в его порах, а также выделяющихся на его поверхности в виде высолов при введении отдельных добавок. По своим размерам к этому уровню относятся и дефекты структуры, возникающие в бетоне в виде микротрещин при термическом напряжении, усадке, под давлением продуктов коррозии арматуры и цементного камня, при работе конструкции под статической и динамической нагрузкой и т. д. При этом нужно учитывать концентрацию напряжений в микрообъемах бетона вблизи заполнителей.

Наконец, в третий уровень вписываются диаметры макрокапилляров, для которых, в отличие от твердых частиц, максимально возможные размеры можно установить достаточно строго; поры с таким усредненным диаметром ($l \leq 10^{-4}$ м) принадлежат к категории капилляров² при высоте бетонных изделий порядка 1 м.

В капиллярных порах поверхность жидкости принимает форму, обусловленную силами. Поровое пространство цементного камня на микроскопическом уровне^{**} заполнено не только жидкой, но и газовой фазой — заземленным воздухом, а введении газообразующих добавок — и другими газами. Таким образом, поровое пространство обычно представлено помимо пор геля и чередующихся с ними макрокапилляров также пересекающимися их воздушными полостями. В первом приближении можно принять, что в цементном камне субмикро - и макрокапилляры (в указанном выше смысле этого слова) сообщаются друг с другом как непосредственно, так и посредством “пор геля”, т. е. капилляров надмолекулярного размера (“изолированные” капилляры), и прерываются условно-замкнутыми порами, в том числе и заполненными газовой фазой. При этом доля пересекающихся друг с другом капилляров растет, а доля условно-замкнутых пор уменьшается с увеличением В/Ц.

Влияние добавок в бетон сказывается на микроскопическом уровне преимущественно не непосредственно, а косвенно, так как добавки влияют на структурно-механические свойства цементного камня на более высоких уровнях дисперсности. Кроме того, добавки могут изменить в бетоне соотношение между пересекающимися друг друга и «условно-изолированными» капиллярами, сообщающимися между собой благодаря наличию пор геля.

Макроскопический уровень: $D < 10^4$ м⁻¹ ($l > 10^{-4}$ м) характерен для бетона с мелким и крупным заполнителем в его составе и для изделий из него. Ему соответствуют макрооднородности и макродефекты, проявляющиеся, в частности, в существовании масштабного фактора при механических испытаниях бетона.

К макроскопическому уровню относятся и размеры крупных воздушных пузырьков, каверн и раковин в бетоне, образующихся например, при некачественном уплотнении бетонной смеси. Для них, естественно, не пригодно уравнение Лапласа. Их число и диаметр можно значительно уменьшить с помощью добавок, в частности пластифицирующих.

Предлагаемая классификация позволяет с единых позиций рассмотреть структуру цементного камня и структуру бетона с учетом их порового пространства.

Проанализируем теперь с учетом уровней дисперсности образование цементного камня в бетоне, в том числе и с добавками. На первом этапе, начиная с первых минут

^{**} Естественно, речь идет о среднем эффективном диаметре пор, так как из рассмотрения исключается адсорбционно-связанная вода монослоя (частично, полислоев), не участвующая в процессе фильтрации.

после затворения цемента водой (когда процессы гидратационного твердения еще только начинаются), для цементного теста, растворной и бетонной смеси характерна преимущественно коагуляционная структура с обязательными для нее прослойками дисперсионной среды, причем равновесное значение толщины этих прослоек, как и продолжительность сохранения подобной структуры, в большой мере зависит от применяемых добавок (поверхностно-активные вещества обычно удлиняют период существования подобных структур, электролиты — сокращают его). В дальнейшем, по мере развития процессов гидратации, на фоне коагуляционной структуры возникают, а затем начинают доминировать условно-коагуляционные и кристаллизационные*** структуры, причем их относительный вклад в общее структурообразование зависит, помимо вида цемента и состава бетона, также от химической природы и концентрации добавок. По-видимому, при прочих равных условиях для бетонов на мономинеральных вяжущих (например, гипсовых) более существенную роль могут играть кристаллизационные, а на полиминеральных цементах - условно-коагуляционные структуры. Однако ни при каких условиях механические и деформационные свойства бетонов зрелого возраста не могут определяться законами коагуляционного структурообразования.

Анализ образующихся структур с позиций уровней дисперсности показывает, что условно-коагуляционная и кристаллизационная структуры формируются вначале на надмолекулярном (образование зародышей новой фазы), а затем на субмикроскопическом уровне на стадии роста кристаллов и появления первичного каркаса. Если же говорить о контактных поверхностях, — а именно они и определяют характер и прочность связей в цементном камне и бетоне, — то они занимают лишь часть площади новообразований, а условнокоагуляционные контакты в первом приближении можно рассматривать как точечные.

Условно-коагуляционные и кристаллизационные структуры упрочняются в процессе гидратационного твердения часто путем увеличения площади контакта между частицами вследствие выделения из пересыщенных растворов в этой зоне двухмерных зародышей. Подобное наращивание “шва”, приводящее к упрочнению структуры, происходит потому, что участки, непосредственно примыкающие к контактным поверхностям, в силу их геометрических особенностей и по некоторым другим причинам (см. выше) становятся энергетически наиболее выгодными для предпочтительного роста здесь новой фазы.

Таким образом, если твердая фаза цементного камня в бетоне по своей дисперсности относится преимущественно к надмолекулярному и субмикроскопическому уровням, а участвующие в ней исходные фазы и наиболее крупные гидратные новообразования даже к микроскопическому уровню, то основные реакции и процессы, приводящие к формированию структуры и обуславливающие ее прочность и деформативность, протекают на молекулярном уровне, т. е. лежат вне перечисленных уровней дисперсности.

Из этого обстоятельства вытекают два важных вывода:

Во-первых, изучение механизма действия добавок нужно начинать не с уровней структур твердения, а с молекулярного уровня (т. е. уровня, отвечающего процессам и реакциям между молекулами и ионами).

Во-вторых, совершенно очевидно, что невозможно “перескочить” от реакций и процессов, протекающих на молекулярном уровне и приводящих к образованию твердого капиллярно-пористого тела, непосредственно к прочности цементного камня и тем более бетона, измеряемой на образцах макроскопических размеров, минуя при этом промежуточные уровни дисперсности, т. е. не учитывая всевозможные дефекты структуры бетона.

***Или, в более общем виде, кристаллизационно-конденсационные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бровцын А.К. Повышение надежности и безопасности зданий и сооружений // Стандарт и качество. – 2003. - № 3. – С. 80 – 81.
- 2 Бровцын А.К. О системе управления качеством в строительстве // Стандарты и качество. — 1999. — № 1. — С. 45—46.
- 3 Бровцын А.К. Прочность бетона // Строительный эксперт. — 1999. — № 18 (61).-С. 8.
- 4 Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. - М.: Стройиздат, 1989. – 187 с.
- 5 Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 470 с.
- 6 Ратинов В.Б., Розенберг Т.И., Рубинина Н.М. Исследование кинетики кристаллизации гидросульфатоалюмината кальция // ДАН СССР.т 145, №5. 1962. –С. 1089 - 1091
- 7 Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. – М.: Стройиздат, 1979. – 344 с.
- 8 Пауэрс Т.К. Физическая структура портландцементного теста // Химия цементов / Под ред. Тейлора Х.Ф.У: Пер. с англ. – М.:Стройиздат, 1969. – С 300 – 319
- 9 Ступаченко П.П. Влияние структурной пористости гидротехнического бетона на его свойства и долговечность // Защита строительных конструкций от коррозии // НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1966. – С 67 – 84.
- 10 Шестоперов С.В. Долговечность бетона. – М., 1966. -500 с.
- 11 Бабушкин В.И. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона. – М.: Стройиздат 1968. – 187 с.

Түйіндеме

Цемент тасының құрылымының капиллярларының бойлық өлшемдеріне, ішкі қуыстардың және олардың құрылымдарының қаңқасына байланысты бетонның қасиеттерінің қалыптасуына анализ берілген

Resume

The article analysis of depend on property on concretes to floyly processes are become of structure of cemently stone with use linely sizes of drops, cells and elements of structure the frame.

УДК 621.31

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ АВАРИЙНОГО РЕЖИМА В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 КВ

Б.Б. Утегулов,

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова,

И.В. Кошкин

Костанайский государственный университет

им. А.Байтурсынова, г. Костанай

При эксплуатации электрической сети имеют место случайные повреждения, такие как однофазные или многофазные замыкания, обрывы проводов и другие повреждения. Одной из важных задач эксплуатации электрической сети является быстрое определение места повреждения и проведение ремонтно-восстановительных работ. При большой протяженности и разветвленности распределительных сетей напряжением 10 кВ задача поиска и локализации аварийного режима может эффективно решаться только при использовании специальных технических средств, определяющих поврежденную линию, место и расстояние до повреждения.

Технические устройства для определения места повреждения (ОМП) широко используются при эксплуатации линий электропередачи всех классов напряжений. В зависимости от класса напряжения устройства поиска дефекта можно разделить на два вида: средства ОМП в сетях с большими токами замыкания на землю (110-220 кВ) и средства ОМП в сетях с малыми токами замыкания на землю (6...35 кВ).

При повреждении на контролируемой линии средства ОМП осуществляют в темпе процесса лишь функции измерения и запоминания токов и напряжений аварийного режима. Обработка результатов измерения выполняется уже после отключения линии релейной защитой.

В настоящее время в качестве устройств определения мест повреждения кабельных и воздушных линий распределительных сетей напряжением 6-35 кВ широкое распространение получают аварийные осциллографы, фиксирующие параметры аварийных режимов (ПАР) – начальные значения апериодической слагающей тока или напряжения нулевой последовательности, при одностороннем или двустороннем измерении. Используя их, можно ориентировочно определить место повреждения в линии, опираясь на кривые спада тока нулевой последовательности, либо на зависимость расстояния до места повреждения от ПАР. В соответствии с этим главной целью настоящего исследования будет аналитическое выявление зависимости ПАР (тока I_{0m}) и расстояния до места повреждения ЛЭП $x = f(I_{0m})$ с учетом переходных сопротивлений в месте аварии.

Современные программные средства для моделирования режимов электрических цепей позволяют представить электрическую сеть и изменять режимы ее работы, иметь при этом возможность в режиме реального времени фиксировать изменения электрических величин.

Процесс создания модели электрической сети 6-10 кВ состоит из следующих этапов:

1. Составляется главная схема исследуемой сети. Для этого определяются число и мощности потребителей и места их присоединения к сети; длина линий электропередачи (ЛЭП); сечения проводов в линиях; напряжение системы электроснабжения; параметры нейтрали.

2. По главной схеме составляется схема замещения моделируемой системы.

3. По справочникам и каталожным данным на электрооборудование определяются параметры ЛЭП, потребителей и источника питания.

4. Схема замещения с рассчитанными значениями переносится в программную среду моделирования.

Модель энергосистемы в программной среде может быть использована для исследования значений электрических величин в рабочих и ненормальных режимах. В ней можно наглядно представить переходные процессы в системе, изменения значений напряжений и токов при изменении емкостей и индуктивностей системы, параметров нейтрали и т.д. [2].

Компьютерная модель сети, отображенная на рисунке 1, представлена радиальной конфигурацией ВЛ-10 кВ протяженностью 10 км, выполненной проводом марки АС-95, питающей потребитель мощностью $P_{нагр} = 800$ кВт с коэффициентом $\cos\varphi = 0,85$. Параметры модели будем считать распределенными по всей длине линии, т.е. каждому её участку с бесконечно малой протяженностью dx соответствуют конкретные значения активных, индуктивных и ёмкостных параметров.

Были рассчитаны параметры схемы замещения рисунка 1. Удельное активное сопротивление r_0 вычислили по выражению 1:

$$r_0 = \frac{1}{\gamma \cdot F}, \quad (1)$$

где γ – удельная электрическая проводимость провода, км/Ом мм²;

F – номинальное сечение провода, мм².

Получили $r_0 = \frac{1}{32 \cdot 95} = 0,329 \text{ Ом/км}$

Активное сопротивление $r/4$ продольной ветви определяется по выражению 2:

$$\frac{r}{4} = \frac{r_0 \cdot l}{4}, \quad (2)$$

где l – длина линии, км.

$$\frac{r}{4} = \frac{0,329 \cdot 10}{4} = 0,8225 \text{ Ом}$$

При расположении проводов на опорах 10 кВ треугольником примем расстояния между ними равными $D_{12} = D_{23} = D_{13} = 80$ мм. Среднее геометрическое расстояние между проводами D_{cp} составит:

$$D_{cp} = \sqrt{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{13}}, \quad (3)$$

$$D_{cp} = \sqrt{80 \cdot 80 \cdot 80} = 715.54 \text{ мм}$$

Удельное индуктивное сопротивление x_0 определили по формуле:

$$x_0 = 0,145 \cdot \lg \frac{2 \cdot D_{cp}}{d} + 0,016, \quad (4)$$

где d – расчётный диаметр провода, мм².

Получим $x_0 = 0,145 \cdot \lg \frac{2 \cdot 715,54}{13,5} + 0,016 = 0,310 \text{ Ом/км}$.

Аналогично по выражениям определяются индуктивное сопротивление $x/4$ схемы замещения, значения рабочей ёмкости $c/4$ схемы замещения и ёмкостной проводимости:

$$\frac{x}{4} = \frac{0,31 \cdot 10}{4} = 0,775 \text{ Ом}.$$

$$\frac{c}{4} = \frac{0,01185 \cdot 10}{4} = 0,0296 \text{ мкФ}.$$

$$\frac{b_c}{4} = 314 \cdot 0,0296 = 9,294 \text{ мкСм}$$

Значение активной проводимости $g/4$, учитывающее утечку через линейную изоляцию, условно примем равной 10 МОм.

Компонуем по расчётным значениям элементов схемы физическую модель сети 10 кВ.

Данная модель реализует собой выполнение следующих режимов работы сети:

1. режим нормальной нагрузки потребителя;
2. режим однофазного металлического замыкания (ОЗЗ) на землю;
3. режим ОЗЗ дуговое;
4. режим ОЗЗ через большое переходное сопротивление;
5. режим двойного замыкания на землю при аварии на двух соседних фазах;
6. режим двойного замыкания на землю при аварии на одной фазе в двух местах.

При моделировании данных режимов необходимо изменять режимы нейтрали электрической сети – нейтраль замкнута через катушку или через активное металлическое сопротивление (режим компенсированной и резистивно-заземленной нейтрали) и изолирована от земли (режим с изолированной нейтралью). Режим 1 (режим нормальной нагрузки) реализуется включением схемы без коммутации замыкающих цепей. Схема состоит из осциллографов, вольтметров, амперметров, сопротивления и ёмкости ветвей, нагрузки. В ветвях протекают токи, соответствующие токам в реальной сети при заданной нагрузке потребителя. В этом режиме наблюдаются рабочие значения токов, переходные процессы при коммутации приемников электроэнергии.

Режим 2 (ОЗЗ на землю) реализуется в модели добавлением замыкающей ветви с одной из фаз на землю с установленными в ней последовательно коммутирующим устройством и резистором с небольшим сопротивлением (5-10 Ом). Сначала цепь запускается в режиме 1, а в процессе работы коммутирующим устройством производится замыкание фазы на землю.

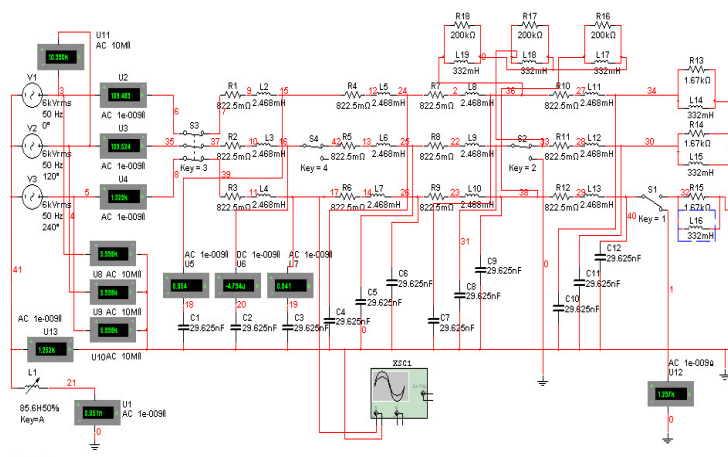


Рисунок 1 - Схема замещения электрической сети напряжением 6-10 кВ

Режимы 3 (ОЗЗ дуговое) и 4 (ОЗЗ через большое переходное сопротивление) производятся аналогично режиму 2, исключая значение сопротивления короткого замыкания (в режиме 3 сопротивление следует принимать порядка 0,5 Ом, в режиме 4 - 40 Ом и более).

Режим 5, двойное двухфазное замыкание на землю. Взяв за основу, как и в вышеописанных режимах, схему режима нормальной нагрузки, выбираем место замыкания и добавляем на две фазы замыкающие ветви с выключателями и сопротивлениями, затем имитируем замыкания выключателями.

При моделировании режима 6 (двойное однофазное замыкание на землю) на одну фазу добавляются две замыкающих цепи.

Исследуем изменение фазных токов и токов нулевой последовательности при бездуговых ОЗЗ и Кдв, металлических ОЗЗ и Кдв и дуговом ОЗЗ с частотой $f = 20$ Гц. Снятие осциллограмм производится отдельно для ОЗЗ фазы С на расстоянии $l \approx 2,5$ км от источника питания ИП через переходное сопротивление $Z_{п1}$ и последующего двойного замыкания на землю (сначала происходит ОЗЗ фазы С на расстоянии 2,5 км от ИП, затем происходит замыкание на землю фазы В на расстоянии $l \approx 7,5$ км через $Z_{п2}$).

Определим индуктивность ДГР, исходя из параметра ёмкости, рассчитанного выше. Режим резонанса токов возникает, когда проводимость ДГР b_{Lp} и ёмкостная проводимость b_C равны:

$$b_{Lp} = b_C, \tag{5}$$

$$\frac{1}{\omega \cdot L_p} = \omega \cdot C, \tag{6}$$

где L_p – индуктивность реактора, Гн;
 ω – угловая частота тока, рад/с
откуда

$$L_p = \frac{1}{\omega^2 \cdot C}, \tag{7}$$

$$L_p = \frac{1}{314^2 \cdot 0,1185 \cdot 10^{-6}} = 85,6 \text{ Гн} \quad (8)$$

Исследуя влияние параметров трёх аварийных режимов (бездуговых ОЗЗ, двойных КЗ и дуговых ОЗЗ), выяснили при этом ориентировочные границы переходных сопротивлений и частоты коммутации петли ОЗЗ, которая в модели представляет собой фактическую частоту колебаний между индуктивными и ёмкостными параметрами сети.

Анализ осциллограмм изменения тока I_0 при металлическом ОЗЗ и Кдв (рисунок 2 и рисунок 3) показывает, что в случае металлического ОЗЗ ток нулевой последовательности $I_0 = 524 \text{ мА}$, что объясняется достоверной настройкой ДГР, однако при Кдв (закрывается ключ S1, затем дополнительный S2) значение $I_0 = 1330 \text{ мА}$, хотя в действительности должно составлять несколько десятков ампер.

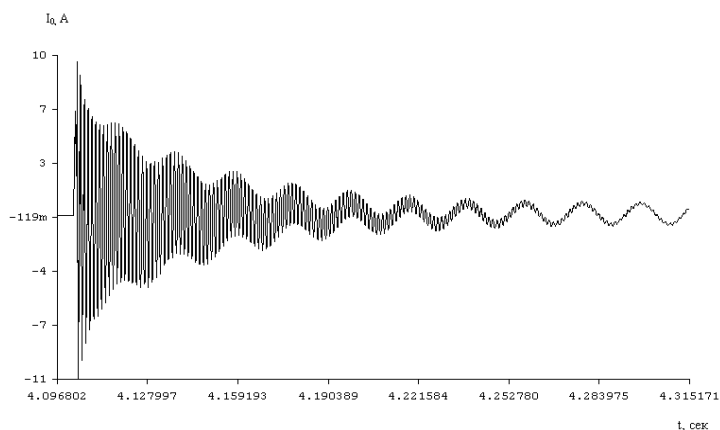


Рисунок 2 - Осциллограмма тока нулевой последовательности при металлическом замыкании на землю фазы С

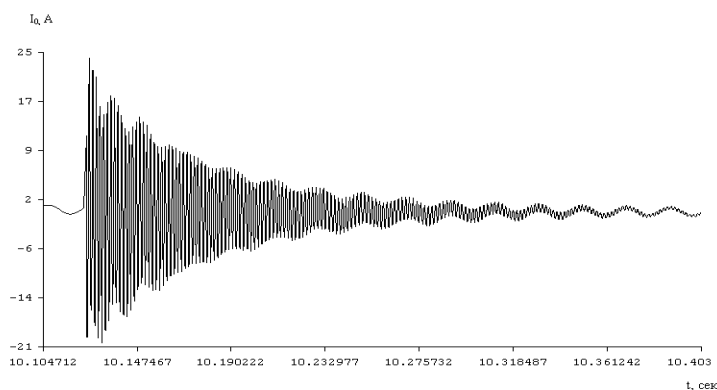


Рисунок 3 - Осциллограмма тока нулевой последовательности при двойном металлическом замыкании на землю

Бездуговые ОЗЗ и Кдв, происходят через переходные сопротивления $Z_{п1}$ и $Z_{п2}$. В случае ОЗЗ фазы С (замкнулся ключ S1) через переходное сопротивление $Z_{п1} = 39 \text{ Ом}$

ток $I_{ф.С}$ составляет несколько сот мА, при Кдв (замкнулся дополнительный ключ S2) через переходные сопротивления $Z_{п1} = 39 \text{ Ом}$, $Z_{п2} = 40 \text{ Ом}$.

Дуговые однофазные и двойные короткие замыкания на землю.

Спецификой такого рода повреждений является то обстоятельство, что в месте замыкания фазы имеется нелинейное переходное сопротивление в виде дуги, которое зависит от мощности источника питания и от частоты качаний между индуктивностью и ёмкостью сети. Однозначно определить комплексное сопротивление дуги при анализе ПАР с практической точки зрения задача трудная; здесь не удаётся учесть влияние таких факторов, как влажность грунта, длина дуги и пр., которые также определяют её сопротивление [1].

Повторно-кратковременные дуговые замыкания на землю, существующие длительное время, с повышением частоты коммутации ключа S1 от 5 до 20 Гц приводят к увеличению амплитуд I_0 при переходном процессе, являющихся причиной повышения кратности перенапряжений ($k = 3 \dots 5$). Из соображений наглядности осциллограмм нами были рассмотрены дуговые замыкания на низких частотах, однако в действительности в сети происходят колебания между электрическим и магнитным полями на более высоких частотах порядка 200-500 Гц. Результаты моделирования свидетельствуют о том, что уже на низких частотах (20-80 Гц) появляются гармоники высших порядков, наличие которых ускоряет процесс старения изоляции электрооборудования.

Исследуем, как изменяются значения I_0 при дуговых замыканиях на землю с различной частотой коммутации петли ОЗЗ. В нашей модели перемежающаяся дуга представлена в виде ВЧ-генератора, сигнал с которого подаётся на катушку электромагнита постоянного тока, причём контакты последнего периодически закорачивают и раскорачивают петлю ОЗЗ, имитируя этим повторные зажигания и гашения дуги.

Дуговые ОЗЗ, особенно на высокой частоте, часто приводят к пробой линейной изоляции неповреждённых фаз, особенно в местах её ослабления или повышенного старения. Это и приводит к двойным коротким замыканиям на землю. Рассмотрен такой случай (рисунки 4 и 5), когда при имеющемся дуговом замыкании фазы С с частотой 20 Гц происходит пробой изоляции фазы В. Опыт показывает, что значение I_0 как до, так и после Кдв не превышает 25 А.

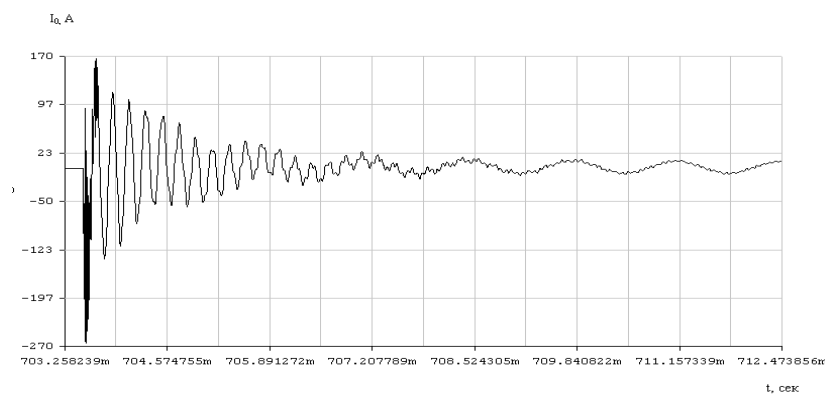


Рисунок 4 - Осциллограмма тока нулевой последовательности при дуговом ОЗЗ с частотой $f = 20 \text{ Гц}$

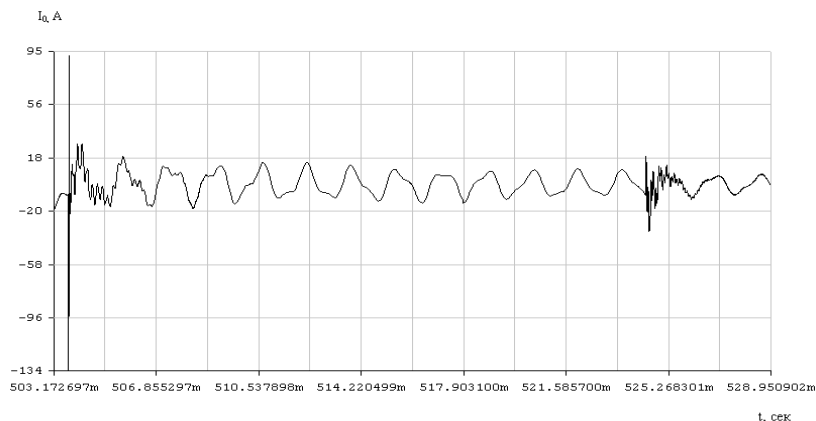


Рисунок 5 - Осциллограмма тока нулевой последовательности при двойном замыкании на землю при имеющемся дуговом ОЗЗ фазы С с частотой $f = 20$ Гц

В результате моделирования различных аварийных режимов нами наблюдается снижение I_0 при возрастании значений $Z_{п}$ (при бездуговом металлическом ОЗЗ $I_0 = 524$ мА, при ОЗЗ через переходное сопротивление $Z_{п1} = 39$ Ом $I_0 = 489$ мА) и при возрастании частоты коммутации петли ОЗЗ (при дуговом ОЗЗ с частотой $f = 20$ Гц $I_0 = 8,78$ А; на частоте $f = 25$ Гц $I_0 = 59,0$ А). Для Кдв наблюдается аналогичная зависимость изменения I_0 . Так, при металлическом Кдв $I_0 = 1330$ мА, при Кдв через переходные сопротивления $Z_{п1} = 39$ Ом, $Z_{п2} = 40$ Ом $I_0 = 984$ мА, при дуговом замыкании фазы С с частотой $f = 20$ Гц и последующем замыкании фазы В $I_0 = 8,44$ А.

Используя физическую модель ВЛ-10 кВ, построим кривые спада тока I_0 по всей длине линии, опираясь на значения I_{0m} при экспериментах ОЗЗ на расстоянии 2,5 км, 5 км, 7,5 км и 10 км от источника питания.

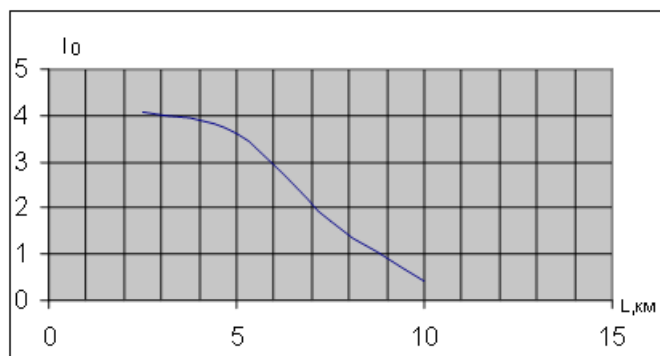


Рисунок 6 - Зависимость тока нулевой последовательности I_0 по длине ВЛ-10 кВ при ОЗЗ ($Z_{п} = 50$ Ом)

Для установления аналитической зависимости $x = f(I_{0m})$ необходимо решить систему телеграфных уравнений, описывающих распространение волн тока и напряжения по проводам неоднородной линии с распределёнными параметрами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шалыт Г.М. Определение мест повреждения в электрических сетях. [текст]/ Шалыт Г.М. -М.:Энергоиздат, 1982.– С 310.

2. Идельчик В.И. Электрические сети и системы. [текст]/ Идельчик В.И. -М.:Энергоатомиздат, 1989. – С 592.

Түйіндеме

6-10 кВ апаттық тәртіптердің еліктеуіне арналған үлгі бөліп тұратындарды ауларда таңдаумен және нақтылы параметрлерінің күйге келтіруімен көрсетілген. Жұмыс мақсаты 6-10 кВ торапта мүмкін апаттық жағдайлардың талдауы келеді ау лабораториялық үлгілері анықтама мақсатымен апат орындары көрсетілген.

Resume

A model to simulate the emergency operation in distribution networks 6-10 kV with a choice and configuration of specific network settings. The objectives of the work are the analysis of possible emergency situations in the 6-10 kV networks in a laboratory model of the network to determine the place of the accident.

УДК 620.178.7

ПОВЕДЕНИЕ Ж/Б ПЛИТ ПРИ УДАРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НАГРУЗОК

М.К. Кудерин

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Как выяснилось из экспериментальных и теоретических исследований, проблема описания поведения плит при ударном воздействии складывается из двух подзадач [1,2]:

- Задачи распространения волн, возникающих при ударе, и
- Задачи о динамическом поведении конструкции в целом.

Во 2-ом случае можно воспользоваться обычными зависимостями теории железобетона, в то время как для 1-ой подзадачи особенности деформирования еще не выяснены. Рассматривается напряжённое состояние плиты, находящейся в условиях импульсного (ударного) нагружения. При такой нагрузке происходит мгновенное возрастание давления до максимума с последующим уменьшением его до нуля за короткий промежуток времени, исчисляемый миллисекундами. При этом предполагается известный закон изменения давления во времени t и по координатам x и y $P=(x, y, t); 0 \leq t \leq t_n$, где t_n – продолжительность нагружения при ударе.

При ударе без внедрения в плите образуются области возмущений, в которых распространяются волны напряжений. Если процесс распространения волн напряжений разделить на 4 периода, то:

1 период соответствует началу нагружения и распространению волн нагрузки и разгрузки по толщине плиты;

2 период соответствует началу отражения волн нагрузки от тыльной поверхности плиты и распространению отражённых волн по толщине плиты;

3 период соответствует распространению волн напряжений вдоль плиты с некоторой конечной скоростью \tilde{N} до момента достижения фронтом волны боковой поверхности плиты;

4 период охватывает явление отражения волны напряжения от боковой поверхности и распространение отражённой волны к центру плиты и т.д. В дальнейшем вся плита находится в напряжённом состоянии и совершает колебательное движение [3]. Описанный процесс показан на рисунке 1.

Материал плиты, в каждом из указанных периодов процесса претерпевает упругое, упругопластическое и пластическое состояния в зависимости от его физико-механических свойств.

Если тело (плита) подвергнуто действию нагрузки, при которой нарушается сплошность среды и интенсивность поля напряжений достигает предельного значения,

то наступает разрушение. И в зависимости от распределения напряжений в теле разрушение бывает двух типов: отрывом (откол) и сдвигом. Разрушение отрывом является хрупким и возникает в результате приложения растягивающих нагрузок. Например, во втором периоде может наблюдаться откольное явление на тыльной поверхности плиты в результате отражения волны нагрузки и достижения напряжения отражённой волны ($\sigma_{b,t}$) предельного сопротивления бетона растяжению

$$\sigma_{b,t} \geq R_{\partial b,t} \quad (1)$$

Поверхность разрушения нормальна к максимальному главному напряжению.

Разрушение сдвигом является вязким, связано с касательными напряжениями и проходит по направлению максимального сдвига, поверхность которого ориентирована под углом 45° к главным напряжениям. На разрушение влияют форма ударника (её носовой части), тип нагрузки, скорость деформации и механические свойства материала плиты. На явление откола больше всего влияют форма волны напряжения и предельное значение напряжения среды [4]

$$\sigma^* = \rho \cdot a \cdot V^*, \quad (2)$$

где ρ – плотность материала плиты;

a – скорость волны;

$V^* = \sigma_b / \rho \cdot a$ – предельная массовая скорость частиц

Для определения вида напряжённого состояния железобетонной плиты при воздействии на неё ударной нагрузки был принят алгоритм динамического расчёта нелинейных конструкций, находящихся в условиях осесимметричной деформации в круглой плите с учётом локального разрушения материала [7].

Методика и алгоритм динамического расчёта строительных конструкций с учётом физической нелинейности и разрушения материала построены на использовании метода конечных элементов и реализованы применительно к задачам плоской и осесимметричной деформации, позволяющем решать указанный класс задач на различные виды нестационарных воздействий на ЭВМ. Для рассматриваемого класса двумерных задач /плоская и осесимметричная деформация/ приведены конечно-элементные зависимости нелинейной динамики и рассмотрены условия прочности Г.А.Гениева и И.К.Писаренко, позволяющие моделировать динамическое разрушение конструкции.

На рисунке 2. показаны разбивка на конечные элементы расчетного сечения железобетонной плиты и процесс нарастания зон разрушения и образование откольной пробки во времени соответственно на 1-ой / $T=2.39786 \cdot 10^{-4}$ с./, 2-ой / $T=4.79572 \cdot 10^{-4}$ с./, 4-ой / $T=9.59143 \cdot 10^{-4}$ с./, 6-ой / $T=1.43871 \cdot 10^{-3}$ с./, 7-ой / $T=1.6785 \cdot 10^{-3}$ с./, 8-ой / $T=1.91829 \cdot 10^{-3}$ с./, 10-ой / $T=2.39786 \cdot 10^{-3}$ с./, 11-ой / $T=2.63764 \cdot 10^{-3}$ с./, 12-ой / $T=2.87743 \cdot 10^{-3}$ с./, 14-ой / $T=3.35700 \cdot 10^{-3}$ с./ и 18-ой / $T=4.31614 \cdot 10^{-3}$ с./ итерациях.

Следует отметить, что качественно полученные результаты в случае использования условия прочности Гениева Г.А. достаточно удовлетворительно совпали с данными, полученными экспериментальным путем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кудерин М.К. Методика экспериментального исследования железобетонных плит, опертых по контуру, на действие ударных нагрузок. // 1988, № 9303 Москва, деп. во ВНИИИС Госстроя СССР -7с.

2. Кудерин М.К. Сравнение результатов экспериментального исследования железобетонных плит, опертых по контуру, с использованием существующих эмпирических формул// 1988, № 9304 Москва, деп. во ВНИИИС Госстроя СССР – 7с.

3. Ионов В.Н., Огибалов П.М. Прочность пространственных элементов конструкций. Динамика и волны напряжений. М., В.Ш. 1980.

4. Ржаницын А.Р. К вопросу о движении упругопластических балок и пластинок, нагруженных за пределом их несущей способности. Сб. Исследования по вопросам теории пластичности и прочности строительных конструкций. М., Госстройиздат, 1958, С.62-71.

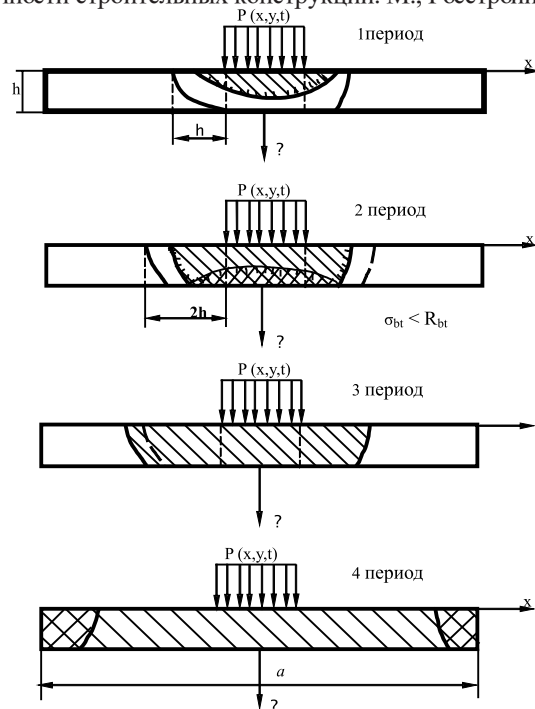
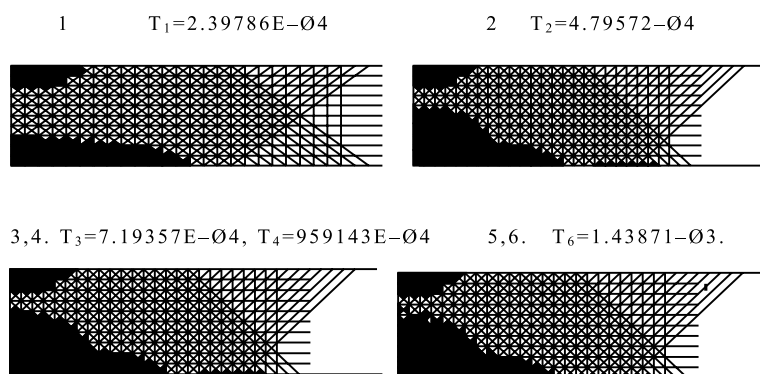


Рисунок 1 – Процесс распространения волн напряжения



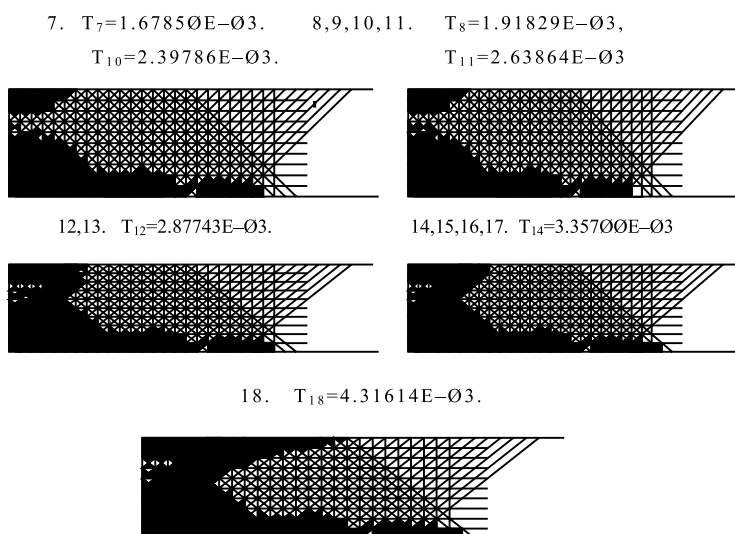


Рисунок 2 – Процесс нарастания зон разрушения и образование откольной пробки во времени ($V_0 = 6.89$ м/с, $M_{уд.} = 8.1$ кг, $h = 5$ см, $d = 5$ см)

Түйіндеме

Бұл мақалада сырышқы соққы лебінің жаппада кернеу толқының таратылу қашынығы қаралған.

Resume

The given paper considers non penetration impact when flagstone undergoes only perturbed areas that spread the stress waves

УДК 621.436:681.586'33

ДАТЧИК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВ В ЦИЛИНДРЕ ДИЗЕЛЯ

Ю.П. Макушев, Л. Ю. Михайлова,

*Сибирская государственная автомобильнодорожная
академия, г. Омск,*

И.В. Ставрова

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Достигнутый уровень научно-технического прогресса в области двигателестроения предопределяет жёсткие требования к приборам и средствам индицирования. Это обуславливается увеличением частоты вращения коленчатого вала, уменьшением размеров цилиндра, широким пределом изменения температуры газов при изменении их давления в цилиндре двигателя.

Из наиболее известных средств диагностирования рабочего процесса высокофорсированных дизелей можно выделить индикаторы типа МАИ-2. Наряду с ними широкое распространение получили тензометрические датчики давления, которые отличает простота конструкции, хорошие динамические качества и стабильность характеристик [1,2].

Наиболее ответственным узлом приборов индицирования является датчик давления, отвечающий условиям эксплуатации и обладающий следующими свойствами: малая инерционность, высокая частота собственных колебаний, высокая чувствительность, линейная зависимость от давления, стабильность характеристик во времени, достаточный ресурс работы, минимальные размеры.

Авторами данной работы разработана, изготовлена и испытана конструкция малогабаритного датчика для замера давления газов в цилиндре, чувствительный элемент которого состоит из двух тонкостенных мембран, жёстко связанных штоком.

В корпусе 1 (рисунок 1) устанавливается чувствительный элемент 2, который от прорыва газов уплотняется медной прокладкой 3. Чувствительный элемент 2 представляет собой две мембраны, жестко соединенные между собой штоком. Между мембранами расположена втулка 4, которая для обеспечения сборки выполнена из двух частей (разрезана). Втулка имеет канавку с отверстиями, через которые циркулирует вода, охлаждающая датчик. Резиновое кольцо 5 служит для уплотнения полости охлаждения датчика. Гайкой 6 чувствительный элемент прижат к корпусу датчика. Рабочий тензометр 7 наклеен на поверхность тонкой мембраны, которая при изменении давления в цилиндре прогибается, изменяя его сопротивление. Компенсационный тензометр 8 наклеен на внутреннюю поверхность гайки. Выводы тензометров припаяны к разъёму 9, образуя полумост. Чувствительный элемент изготовлен

из стали 4Х15 с последующей термообработкой. Рабочий диаметр мембран 20 мм, толщина мембран 0,5 мм, расстояние между ними 15 мм. Датчик через отверстие с резьбой соединяется с камерой сгорания двигателя.

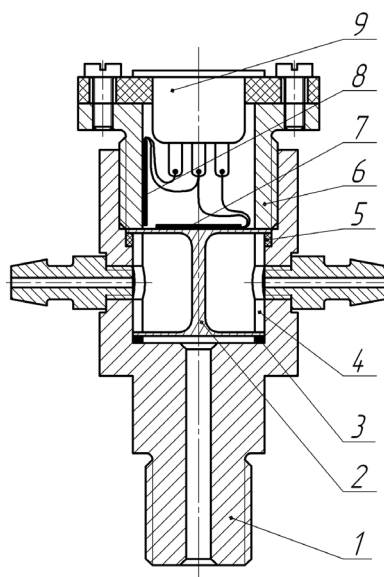


Рисунок 1 – Датчик для измерения давления

Принцип действия тензометрического преобразователя давления основан на изменении электрического сопротивления проводника при его деформации.

Привлекательность тензометрических датчиков давления определяется простотой усиления сигнала [3]. Выводы полумоста из проволочных тензометрических элементов припаяны к разъему датчика, которые при помощи экранированных проводов присоединяются к усилителю. Усилитель работает совместно с осциллографом, который фиксирует процессы изменения давления в цилиндре.

На рисунке 2 показана осциллограмма давления газов в цилиндре дизеля, снятая датчиком давления, изображенным на рисунке 1. Для полного анализа протекания рабочего процесса на осциллограмме приведен ход иглы (ни), зафиксированный индуктивным датчиком и отметка времени.

Процесс сгорания топлива у дизеля условно разбивают на четыре фазы:

1) индукционный период (период задержки воспламенения, от точки 1 до точки 2); 2) период резкого нарастания давления (фаза быстрого сгорания, от 2 до 3); 3) период основного горения (от 3 до 4); 4) период догорания.

Индукционный период начинается от момента впрыска топлива до начала горения. Период резкого нарастания давления наблюдается от начала горения до максимального значения давления в цилиндре.

Период основного горения продолжается от максимального давления до максимальной температуры в цилиндре двигателя. Процесс сгорания в цилиндре начинается при постоянном объеме, завершается при постоянном давлении.

Периодом задержки воспламенения называется время от начала поступления топлива в камеру сгорания (начало подъема иглы форсунки), до момента, когда в результате

химических реакций количество теплоты будет достаточно для прогрева, испарения и воспламенения топлива.

Чем больше скорость химической реакции, тем меньше период задержки воспламенения (τ_i) или интервал времени от момента впрыска топлива в нагретый воздух до момента появления пламени.

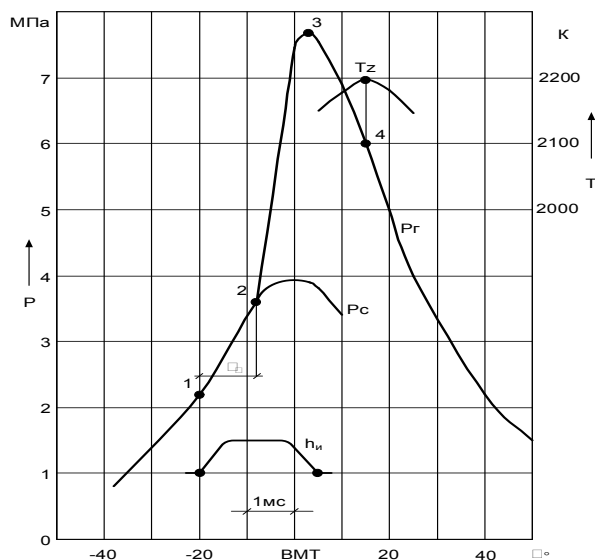


Рисунок 2 – Оциллограммы изменения хода иглы ($h_{и}$) и давления газов в цилиндре ($P_{г}$) дизеля Д – 440 ($n = 1700 \text{ мин}^{-1}$, $N_e = 66 \text{ кВт}$):

- 1 – действительное начало подачи топлива; 2 – отрыв линии сгорания от линии сжатия (начало видимого сгорания); 3 – максимальное давление при сгорании топлива;
- 4 – максимальная температура в цилиндре двигателя

Период задержки воспламенения точнее можно определить по анализу оциллограмм. Он равен времени от начала подъема иглы форсунки распылителя (точка 1 начало подачи топлива в камеру сгорания) до начала сгорания распыленного топлива (точка 2 характеризует начало отрыва линии сгорания от линии сжатия).

Для дизелей с объёмным смесобразованием и степенью сжатия 15 – 17, работающих на топливе с цетановым числом 45 – 55, давлением распыленного топлива 50 – 100 МПа значение τ_i достигает 0,001 – 0,002 с.

На участке 2-3 определяют жесткость процесса сгорания, которая равна отношению изменения давления на 1 градус поворота коленчатого вала ($\kappa = \Delta P / \Delta j$).

Жесткость процесса сгорания определяется по индикаторной диаграмме на участке резкого повышения давления. От жесткости сгорания зависят экономичность двигателя, вибрации и стуки.

Считается, что при повышении давления на один градус поворота коленчатого вала на 0,2 – 0,5 МПа двигатель работает мягко, при повышении давления до 0,6 – 0,9 МПа – жестко, а при повышении давления более 0,9 МПа – очень жестко. Жесткость процесса сгорания зависит от способа смесобразования.

Различают три основных способа смесеобразования:

1. Объёмный (КамАЗ) – распыленное топливо подаётся в объём камеры сгорания, жёсткость сгорания достигает 0,6 – 1 МПа/град.

2. Плёночный («Икарус») – топливо подаётся на горячую стенку, испаряется и плавно сгорает. Жёсткость снижается до 0,2 – 0,4 МПа/град. Двигатель работает мягко, неэкономично с плохими пусковыми качествами.

3. Объёмно-плёночный (ЗИЛ 645) – часть топлива подаётся на стенку, а часть в объём. Жёсткость достигает 0,4 – 0,6 МПа/град при удовлетворительной экономичности и средней жёсткости процесса сгорания.

По анализу и обработке индикаторной диаграммы определяют среднее индикаторное давление, а по нему индикаторную мощность двигателя. При необходимости определяют неравномерность процесса сгорания (по анализу 50 максимальных значений давления газов в цилиндре).

По максимальному значению давления газов в цилиндре P_z (точка 3) производят расчет на прочность деталей двигателя.

При расчете герметичности газового стыка между блоком и головкой цилиндра определяют силу вспышки (F_z), приходящуюся на одну шпильку:

$$F_z = P_z \cdot F_k / i_{ш} , \quad (1)$$

где F_k - площадь проекции поверхности камеры сгорания на плоскость стыка (площадь цилиндра);

$i_{ш}$ - число силовых шпилек (4 или 6).

Экономичность, токсичность выхлопных газов, надежность работы двигателя зависит от состояния распылителей. В процессе эксплуатации давление открытия иглы распылителя снижается и газы из камеры сгорания могут проходить в полость распылителя. В газах имеются твердые частицы сажи, которые поступая в каналы горячего распылителя способствуют их закоксовыванию (уменьшению проходных сечений). Для устранения закоксовывания распылителей необходимо, чтобы в период посадки иглы на седло давление топлива перед сопловыми отверстиями было больше давления газов.

Для анализа величины давления газов за сопловыми отверстиями конструкция датчика для измерения давления газов в цилиндре изменена.

На рисунке 3 показана конструкция датчика давления газов, выполненного совместно с сопловым наконечником распылителя дизеля Д-440.

Конструкция этого датчика отличается от представленной выше тем, что он предназначен измерять не только давление газов в цилиндре и его стабильность, но и давление газов за сопловыми отверстиями. Для этого в канал датчика устанавливается носик распылителя 1 с сопловыми отверстиями. Запись давления газов за сопловыми отверстиями необходима для оценки воздействия газов на иглу, динамики её посадки, нагрева распылителя, причин закоксовывания сопловых отверстий. Обычно в расчётах давление за сопловыми отверстиями берут равным максимальному давлению газов в цилиндре. Однако в действительности из-за дросселирования газов в сопловых отверстиях, площадь которых очень мала (0,2 – 0,4 мм²), давление за сопловыми отверстиями меньше давления газов в цилиндре на 5 – 10

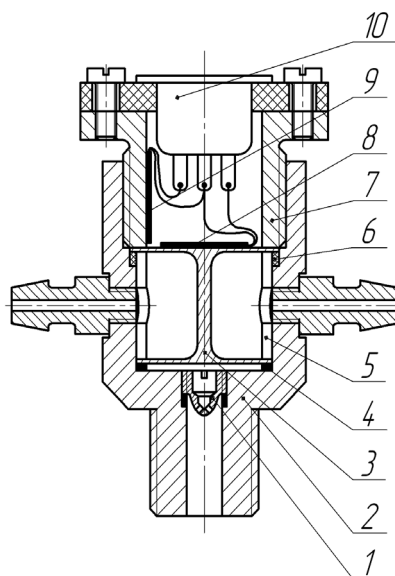


Рисунок 3 – Датчик для измерения давления газов за сопловыми отверстиями

При расчёте сил, действующих на иглу, указанное давление действует на иглу до начала её подъёма. Эта сила равна

$$F = f_u' \cdot P_c \% \quad (2)$$

где f_u' - площадь иглы в районе посадочного конуса;

P_c - давление за сопловыми отверстиями ($0,9 - 0,95 P_z$).

Представленные датчики давления газов с предлагаемым чувствительным элементом могут быть использованы для исследования рабочего процесса в ДВС и совершенствования распылителей форсунок.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кривцов Ю.Г. Применение тензометров сопротивления для измерения давления газов в цилиндре двигателя. Ю.Г. Кривцов, Г.Л. Молчанов. Известия ВУЗов, Машиностроение, №11, 1973.

2 Розенблит Г.Б. Датчики с проволочными преобразователями. М.: Машиностроение, 1966.

3 Коньков А.Ю. Средства и метод диагностирования дизелей по индикаторной диаграмме рабочего процесса: моногр./А.Ю. Коньков, В.А. Лашко. - Хабаровск. Изд-во ДВГУПС, 2007. – 147 с.

Түйіндеме

Осы жұмыстың авторларымен штокпен қатты байланысқан екі жұқақабырғалы мембраналардан тұратын сезімтал элементі бар

цилиндрында газдардың қысымын өлшеуге арналған кішігабаритті датчигінің конструкциясы әзірленіп, жасалып, сыналған. Ұсынылған датчиктерді ДВС-тағы жұмыс үрдісін зерттеуге және форсункалардың шашыратқыштарын жетілдіру үшін қолдануға болады.

Resume

The authors of this work developed, produced and tested the construction of a small-sized sensor for gas pressure measuring in cylinder, sensitive element of which is composed of two rigidly bound with rod thin-walled membranes. Presented sensors can be used in internal-combustion engine's work process researching and improving of spray cones.

УДК 641.1

ПРИМЕНЕНИЕ МОРСКОЙ КАПУСТЫ В МУЧНЫХ НАЦИОНАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЙОДА

А.С. Сагинаева, А.Ж. Жумалина,

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Д.Б. Таттибаева

Алматинский технологический университет, г.Алматы

Актуальностью сегодняшнего дня является коррекция питания Республики Казахстан, где негативные тенденции в состоянии здоровья населения усугубляются последствиями неблагоприятной экологической обстановки. Основные принципы решения этой проблемы сформулированы в Концепции государственной политики в области здорового питания нашей страны. Йод, содержание которого велико в морской капусте выводит из организма человечества токсины и тяжелые металлы. Для подрастающего поколения, у которого организм только формируется это, безусловно, важно.

Цель. Применить морскую капусту в мучных изделиях в целях повышения йода и улучшение таких функций, как развитие памяти, повышение работоспособности и обеспечение высокого уровня защитных сил организма.

Задача. Использовать сырье, играющее важную роль в поддержании физического здоровья человека для широкого применения в производстве продуктов общественного питания, а именно в кулинарии.

Новизна. Использовать морскую капусту для лечебно-профилактического и диетического назначения в национальной кулинарии для нормализации функций щитовидной железы.

В слоевище растения содержатся полисахариды: высокомолекулярный ламинарин - 21% (не менее 8%), маннит - 21%, фруктоза - 4%), йодиды (2,7-3%), витамины (В1, В2, В12, А, С, D, Е, каротиноиды), соли калия, натрия, магния, брома, кобальта, железа, марганец, соединения серы и фосфора, азотсодержащие вещества, белки (5-10%), углеводы (13-21%), жиры (1-3%). Содержание йода не менее 0,1%. Основным веществом является полисахарид альгиновая кислота, Ее содержание достигает 30% от сухой массы морской капусты.

В таблице 1 описан химический и аминокислотный состав морской капусты, а во 2 - Состав макро- и микроэлементов.

Таблица 1

Химический и аминокислотный состав морской капусты

Показатель	Содержание	Аминокислоты, %	Содержание
Влага, %	6,51	Лизин	0,37
Сырой протеин, %	8,65	Гистидин	0,3
Сырая клетчатка, %	11,29	Аргинин	0,64
Сырой жир, %	0,48	Аспарагиновая кислота	0,99
Сырая зола, %	48,9	Треонин	0,41
Кальций, %	0,686	Серин	0,35
Фосфор, %	0,38	Глутаминовая кислота	1,88
Натрий, %	4,1	Пролин	0,68
Марганец, мг/кг	97	Глицин	0,34
Железо, мг/кг	740	Аланин	0,55
Медь, мг/кг	13,5	Цистин	0,2
Цинк, мг/кг	128	Валин	0,39
Кадмий, мг/кг	1	Метионин	0,18
Фтор, мг/кг	3,4	Изолейцин	0,27
Йод, мг/кг	1250	Лейцин	0,5

Таблица 2

Состав важнейших макро- и микроэлементов в морской капусте

Элемент	мг на 100 г сухого веса	Суточная норма (мг)
Хлор	10,56	36,3
Калий	6,85	40
Натрий	3,12	до 6000
Магний	1,26	400
Йод	0,25	0,15

Лечебное действие морской капусты обусловлено в первую очередь наличием в ней органических соединений йода. Йод улучшает ассимиляцию белка, усвоение фосфора, кальция и железа, активизирует ряд ферментов. Под влиянием йода уменьшается вязкость крови, понижаются тонус сосудов. Морская капуста способствует уменьшению содержания холестерина в плазме крови, задерживает развитие экспериментального атеросклероза у крыс и кроликов. Фитогормоны и витамины, содержащиеся в морской капусте, стимулируют репарацию слизистых оболочек носа, ротовой полости, кишечника, женских половых органов и т. д. Галоидная группа элементов (хлор, йод, бром) оказывает обеззараживающее действие. В экспериментах на крысах с искусственно вызванным гипотиреозом применение морской капусты сопровождается обратным развитием заболевания, причем действие морской капусты эффективнее по сравнению с неорганическими препаратами йода. Полисахариды морской капусты обладают гидрофильностью и адсорбционной способностью, поглощают различные эндо- и экзогенные токсины из кишечника. Морскую капусту назначают при атеросклерозе, при лечении и профилактике эндемического зоба. Продукты, приготовленные с добавлением морской капусты в дозах, соответствующих суточной потребности в йоде (200 мкг/сут),

рекомендованы для употребления в эндемичных по зобу местностях. Морская капуста рекомендуется как мягкое слабительное средство при хронических атонических запорах. Эффект ее аналогичен физиологическому, послабляющему действию овощей и фруктов. Морская капуста обладает выраженным сокогонным свойством, являясь раздражителем желудочной секреции. Отмечено положительное влияние морской капусты в качестве приправы к пище при воспалительных заболеваниях световоспринимающего аппарата глаза (повышение остроты зрения, расширение поля зрения и частичное восстановление цветоощущения). При назначении морской капусты с лечебной и профилактической целью учитывают физиологическую потребность организма в йоде и не превышают ее. Морскую капусту используют в хлебопекарном и мучном-кондитерском производствах. В лабораторных условиях ПГУ им. С.Торайгырова студенты специальности 050727 «Технология продовольственных продуктов» готовят мучные изделия казахской и русской кухни с добавлением морской капусты.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ауэрман Л. Я., Технология хлебопекарного производства. 8-е изд. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 414 с.
- 2 Барановский В. А., Справочник кондитера. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 350 с.
- 3 Бутейкис Н. Г., Технология приготовления мучных кондитерских изделий – М. : ПрофОбрИздат, 2003. – 215 с.
- 4 Матвеева И. В., Белявская И. Г., Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий. – М. , 1998. – 104 с.
- 5 Чижова К. Н., Шкваркина Т. И., Запенина Е. В. и др., Технологический контроль хлебопекарного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 480 с.

Түйіндеме

Қазақстан Республикасы тамақтану Концепциясында рационалды тамақтанудың негізгі принциптері қарастырылған. Теңіз орамжапырақ құрамындағы йод мөлшері адам организмінен токсиндер мен ауыр металлдарды шығарады. Адамзат баласы теңіз орамжапырағын ұнды өнімдеріне қосу арқылы есте сақтау және жұмыс істеу қабілеттерін арттырады.

Resume

The basic principles of the decision of a balanced diet are formulated in the Concept of state politics in the field of a healthy feed (meal) of Republic of Kazakhstan. Iodium, which contents is great in sea cabbage deduces from организма of mankind токсины and heavy metals. The application of sea cabbage in flour products with the purposes of increase of quantity (amount) iodium improves development of memory and increase of serviceability.

УДК 628.179.3

ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРИ ВОДЫ В КОММУНАЛЬНОМ ВОДОСНАБЖЕНИИ

К.Т. Саканов, К.К. Каскирбаев

Павлодарский государственный университет

им. С.Торайгырова

По оценкам Организации Объединенных Наций, 1,1 млрд. людей имеют недостаточный доступ к чистой питьевой воде, к тому же 2,6 млрд. людей имеют недостаточный доступ к воде для средств гигиены. Прогнозируется, что к 2020 году использование воды увеличится на 40% и к 2025 году два человека из трех будут испытывать нехватку воды.

При таких перспективах в области обеспечения населения питьевой водой сокращение потери питьевой воды должно быть приоритетной задачей предприятий коммунального хозяйства.

Дефицит питьевой воды в Казахстане сейчас и в будущем будет во многом связан со значительными объемами ее потерь и утечек, вызванных высокой степенью износа водопроводных сетей и оборудования, нерациональным расходом водопроводной воды.

Потери воды в коммунальном водоснабжении представляют собой воду, прошедшую все ступени очистки и обеззараживания, но часть, потерянную по пути к потребителю. Ее величина равна разности между объемом воды, поданной в сеть водоснабжения, и объемом проданной потребителям воды.

Часть потерь (утечки, аварий и кражу воды из сети через нелегальные подключения) можно избежать благодаря грамотным техническим и управленческим решениям. Сбереженная тем самым вода могла бы принести дополнительные доходы предприятию. Но, к сожалению, финансовые состояния почти всех коммунальных предприятий Казахстана доказывают отсутствия таковых.

Утечки питьевой воды из водопроводной сети:

- скрытые утечки воды из водопроводной сети;
- видимые утечки воды при авариях на водопроводной сети;
- утечки воды через водоразборные колонки;
- утечки через уплотнения сетевой арматуры;
- потери воды при ремонте трубопроводов и арматуры и др.

В настоящее время потери воды в водопроводных сетях России составляют 30-40%. Такие данные обнаружены Федеральным агентством водных ресурсов РФ. По признанию руководителя Росводресурсов, Россия является мировым лидером по потерям воды в водопроводах. По его словам, если в Германии при доставке теряется 5-7% воды, то

потери в России составляют 30-40%.

В этом плане, Казахстан недалеко ушел от России. Например, в Алматы ежегодные потери воды в водопроводных сетях за 10 лет выросли с 33 до 41%, передает агентство "Kazakhstan Today" со ссылкой на пресс-службу ГКП "Холдинг Алматы Су".

В послании Президента Казахстана «Через кризис к обновлению и развитию» сказано: «Во-первых, это реконструкция и модернизация коммунальных сетей. Это объекты и сети водоснабжения...». Эти строки президентского послания реально отражают состояние коммунальных сетей населенных мест.

В настоящее время основная часть ресурса предприятия направлена на устранение аварий на сети. Поэтому на проведение полноценного планового технического обслуживания водопроводной сети зачастую не хватает средств и времени, в результате которого высока степень износа системы ПРВ (подача и распределение воды), т. е. водопроводной сети достигшей для городов Казахстана высоких отметок.

Кроме утечки воды из сети, при изношенности системы ПРВ возникает проблема бесперебойного обеспечения населения питьевой водой в требуемом количестве и под необходимым напором с минимальными затратами.

Проблемы сокращения потери питьевой воды из сети и бесперебойное обеспечение питьевой водой населения взаимосвязаны, и решение одной приводит к решению другой.

Бесперебойное обеспечение населения питьевой водой невозможно без правильной эксплуатации системы ПРВ. Дело в том, что водопроводная сеть представляет сложную систему, эксплуатация которой требует решение, наряду с техническими задачами, и гидравлических задач в режиме реального времени.

Поэтому все усилия, направленные на сокращения потери питьевой воды из системы ПРВ без выработки стратегии ее правильной эксплуатации являются мерами «пожарного порядка», т. е. временными мерами.

В настоящее время на водопроводных хозяйствах для решения проблемы утечек и сокращения потери воды из системы ПРВ применяются следующие меры:

- замена изношенных сетей водопровода;

- обновление трубопроводов размещением в старых трубопроводах пластмассовых труб (метод «Релейнинга»).

Следует сказать, что требующие огромных капитальных вложений **замена** и обновление (ремонт) **изношенных трубопроводов сетей** не могут гарантировать решения проблем, связанных изношенностью водопроводной сети.

В результате изношенности ПРВ возникли проблемы, которые делают невозможным бесперебойное обеспечение потребителей питьевой водой. Ими являются:

- снижение пропускной способности трубопровода;

- «разбалансированность» водопроводной сети;

- «непрозрачность» системы ПРВ;

- отсутствие оперативного управления системой ПРВ и недостаточность технических средств для его осуществления.

Изношенность и снижение пропускной способности трубопроводов водопроводной сети в результате коррозии и обрастания стен металлических труб приводят к перебоям в водоснабжении отдельных объектов, в частности верхних этажей зданий, или даже целых микрорайонов.

Повышение давления воды в водопроводной сети насосами для обеспечения необходимого напора у потребителей приводит к многочисленным авариям на ней, которые увеличивают эксплуатационные затраты. Количество таких ава-

рий в год только в одном областном центре достигает до 600 и на их устранения расходуется до 40 млн. тенге.

В Казахстане количество аварий, приходящихся на один километр водопроводной сети, в два раза больше, чем в России.

Кроме того, при повышении давления увеличивается объём скрытых утечек воды из изношенных участков сети, которые длительное время остаются не обнаруженными. В зависимости от технического состояния водопроводной сети объём скрытых утечек может доходить до 55-60% общего объёма потерь, и они являются основной причиной подъёма уровня грунтовых вод в городах. Поэтому существенную долю финансовых потерь предприятия водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) составляют затраты, связанные с обработкой и транспортировкой дополнительного объёма воды, теряемого из сети в результате утечек.

В настоящее время предприятия ВКХ со своими техническими и кадровыми возможностями способны только на устранения, возникающих на сети аварий и не могут решать задачу сокращения потери воды.

Кроме того, с 2009 года в связи с переходом на обязательное потребление воды через приборы учета, водопроводно-канализационное хозяйство (ВКХ) уже не может отнести утечки из сети в счет потребителей и все расходы, связанные с ними будет нести сам, усугубляя свое финансовое состояние.

В связи с появлением на рынке Казахстана информационной технологии появилась возможность решения таких проблем, как «разбалансированность», «непрозрачность» и оперативное управление системой подачи и распределения воды.

«Разбалансированность» водопроводной сети происходит в результате отклонения фактических режимов работы системы ПРВ от расчетных, заложенных в проекте (изменение числа потребителей и объёма потребления воды). Например, появление множества объектов частного бизнеса (кафе, рестораны, бани и другое), которые увеличивают отбор воды из водопроводной сети или же, массовая установка счетчиков воды, которые снижают объём отбираемой из сети воды.

В предприятиях ВКХ, добро на подключение нового потребителя воды к существующей водопроводной сети дается путем ответа на вопрос: «Сможет ли пропустить данный участок дополнительный объём воды нового потребителя?». При этом не анализируется и не корректируется работа водопроводной сети не до и не после подключения нового потребителя к ней.

Снижение объёма отбираемой из сети воды отрицательно влияет на состояние внутренней поверхности стен трубопроводов – ускоряется процесс зарастания трубопроводов, который изменяет их технический параметр. Изменения в технических параметрах трубопроводов также являются причинами «разбалансированности».

В результате «разбалансированности» водопроводной сети появляются «загруженные» и «незагруженные» участки. На «загруженных» участках постоянно не хватает напора и расхода воды, а «незагруженные» участки имеют избыточные напоры.

В городских водопроводах имеется значительный перерасход электроэнергии (до 10-15%), обусловленный избыточными напорами воды, нерациональным распределением нагрузки между повысительными насосными станциями, а также работой насосных агрегатов при пониженных значениях КПД. Поэтому при эксплуатации водопроводных сетей нужна постоянная корректировка «загруженности» участков в зависимости от режима водопотребления. «Загруженность» участка может определяться только гидравлическими расчетами при помощи вычислительной техники.

В настоящее время на предприятиях ВКХ управление работой системы ПРВ осуществляется диспетчером по определенному технологическому регламенту. Изменения режима работы и системы ПРВ контролируются по показаниям манометра, установленного в насосной станции второго подъема. Манометр на насосной станции фиксирует общую величину давления только в начале сети без учета давления на отдельных участках водопровода.

В зависимости от показания манометра дежурный машинист насосных агрегатов регулирует только общее давление в начале сети либо насосами (включение или выключение), либо задвижкой. Такое регулирование давления в водопроводной сети не учитывает не состояние сети, не объем воды, необходимый потребителю.

«Непрозрачность» системы ПРВ заключается в том, что изменения гидравлических параметров потока воды, протекающего по участкам водопроводной сети, никак не контролируются и не отслеживаются. Все изменения водопроводной сети, выполняемые эксплуатационным персоналом, начиная от вращения маховика задвижки на сети до изменения конфигурации при ее ремонте, делаются вслепую, по интуиции обсуживающего или по его опыту.

Эксплуатация «непрозрачной» системы ПРВ не позволяет организовать правильную её эксплуатацию, вести своевременные корректирующие действия, необходимые для предотвращения возможных аварий на сети и утечек из нее.

В результате эксплуатации «непрозрачной» любой, новой или обновленной (отремонтированной) системы ПРВ и через определенное время все проблемы, связанные с ее эксплуатацией возвращаются в «круги своя», т. е. появляются утечки и подача воды потребителю с перебоями.

Отсутствие оперативного управления системой ПРВ является закономерным последствием нынешнего состояния водопроводной сети: низкий уровень технической оснащенности, невозможность выполнения корректировки при загруженности участков «непрозрачной» водопроводной сети, неполный объем инвентаризаций ее элементов, отсутствие в ней обратной связи, отсутствие корректировки и «разбалансированности».

Продолжение эксплуатации изношенной или восстановленной сети без использования информационных технологий и продукции высокотехнологичных разработок в области водоснабжения приводит к постоянному снижению качества услуг по воде. Снижение качества услуг по воде уменьшает объем оплаты за них, что позволит предприятию вести правильную эксплуатацию ПРВ.

При этом без использования информационной технологии в технологических процессах эксплуатации системы ПРВ не решить существующих в ней проблем.

Павлодарским государственным университетом имени С. Торайгырова разработан принцип использования информационных технологий для правильной эксплуатации системы ПРВ, который позволит сделать ее «прозрачной» и осуществить оперативное управление ее работой. Его суть заключается в следующем.

В начале, на базе систематизированных сведений, создается компьютерный банк данных системы ПРВ, который должен свести к минимуму затраты, связанные с использованием технической документации (подготовка и внесение изменений в проект, слежение технического состояния элементов системы ПРВ, своевременное проведение ППР и т.д.).

Наличие компьютерного банка данных системы ПРВ позволяет сократить время ликвидации возможных аварий на водопроводной сети за счет оперативной подготовки необходимой документации и вести четкий контроль срока эксплуатации элементов сис-

темы ПРВ. На основании текущей информации о гидравлических параметрах потоков воды на участках сети принимаются меры по локализации и устранению аварийных ситуаций, изменению и установлению режимов работы системы ПРВ, оперативному включению и выключению отдельных агрегатов насосных станций. При этом будет возможность прогнозировать время возможных отказов элементов системы ПРВ и сроки упреждающих их планово-профилактических работ.

Компьютерный банк данных системы ПРВ является исходным материалом для программного обеспечения оперативного управления ее работой.

Суть оперативного управления системой ПРВ заключается в одномоментном реагировании на изменения величины напора в точках отбора воды на сети и в принятии на основе гидравлических расчетов оптимального решения оптимальному перераспределению потоков воды между участками водопровода. При этом, ключевым моментом является осуществление распределения потока воды по многокольцевой водопроводной сети в условиях хаотичного массового отбора воды из нее по всей ее длине. При его возникновении на «загруженных» или «незагруженных» участках моментально должно создаваться условие для перетекания воды из участков с повышенными давлениями сети в участки с пониженными давлениями. Все это должно выполняться в режиме реального времени.

Создание условий перетекания воды из одних участков в другие и их осуществление при имеющихся конструкциях запорно-регулирующей арматуры водопровода является сложной технической задачей. Опытный образец разработанного нами устройства, обеспечивающего перетекания воды из одного участка водопровода в другой, протестирован в лабораторных условиях. Полученные результаты позволяют прогнозировать перспективность нашего устройства и возможности компьютерной техники в оперативном управлении системой ПРВ.

При оперативном управлении системой ПРВ будет возможность прогнозировать изменения гидравлических сопротивлений на участках сети и выбрать оптимальный способ поддержания их пропускной способности.

Таким образом, использование информационных технологий при эксплуатации системы ПРВ обеспечивает решения следующих задач:

- контролировать физические состояния элементов системы ПРВ;
- оперативно управлять работой системы ПРВ в режиме реального времени;
- сделать водопроводную сеть «прозрачной» и «сбалансированной»;
- повысить оперативность выполнения технологических регламентов, связанных с функционированием системы ПРВ;
- вести оперативный учет изменений в элементах системы ПРВ;
- сокращать объема утечек из сети и размеры эксплуатационных затрат предприятиях ВКХ.

Таким образом, для сокращения потерь воды в коммунальном водоснабжении необходимо широкое использование возможностей современной компьютерной технологии и объединение усилий всех заинтересованных в этом.

Түйіндеме

Коммуналды сумен қамтамасыз ету жүйелеріндегі мүмкін болатын су жоғалым түрлері және оларды азайту жолдары қарастырылған.

Resume

The article considers the possible variety of losses water and the ways of their of shortening in the system of water-supply

УДК 642.072

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ БЕТОНА В ЭЛЕМЕНТАХ С НЕПРЯМОУГОЛЬНОЙ ФОРМОЙ СЖАТОЙ ЗОНЫ

К.Т. Саканов

Павлодарский государственный университет

им. С.Торайгырова

Изучению работы бетона сжатой зоны изгибаемых железобетонных элементов посвящено немало исследований [1, 2, 3, 8 и др.]. Результаты некоторых работ показывают, что на величину деформации бетона сжатой грани и характер разрушения сжатой зоны может оказывать влияние прочность бетона и степень армирования сечения.

В отдельных исследованиях [4, 5, 6], выполненных на элементах непрямоугольной формы поперечного сечения, приводятся противоречивые данные по величинам предельных деформаций сжатой грани.

Продолжением указанных выше работ является комплексные исследования, проведенные под руководством профессора Гуца Ю.П. [7].

В рассматриваемой работе варьирование в широком диапазоне прочностных и деформативных характеристик бетона и процента армирования сечения при одинаковой методике измерения позволило получить полный набор экспериментальных данных по предельной сжимаемости бетона для образцов с различными формами поперечного сечения.

В процессе испытаний балок на каждом этапе нагружения производили измерения деформаций укорочения крайнего сжатого волокна бетона. Измерение осуществлялось с помощью электротензодатчиков базой 50 мм, индикаторов на базе 500 мм и поверхностных рычажных тензометров базой 100 мм. За величину $\varepsilon_{\text{пр}}$ приняты средние деформации, измеренные вышеуказанными приборами на сжатой грани бетона, соответствующие разрушающей нагрузке.

На рис. 1 и 2 представлены данные о величинах $\varepsilon_{\text{пр}}$ в зависимости от относительной высоты сжатой зоны. По графикам видно, что для образцов из бетона прочностью 30 МПа среднее значение величины $\varepsilon_{\text{пр}}$ оставляет в двутавровых балках $309 \cdot 10^{-5}$, а прямоугольных $-330 \cdot 10^{-5}$, а для образцов из бетона прочностью 80 МПа эта же величина равна для двутавровых образцов $325 \cdot 10^{-5}$ и прямоугольных $-300 \cdot 10^{-5}$.

Значительно более низкие деформации бетона имеют образцы треугольной формы поперечного сечения. Это объясняется тем, что у них на уровнях нагрузки 0,7-0,9 от разрушающей в зависимости от процента армирования (в балках 6 серии 0,55 от разрушающей), на расстоянии 3-4 см от вершины появилась продольная трещина, по которой впоследствии происходил выкол верхней части сжатого бетона. Принятые же деформации бетона соответствуют уровню нагрузки, на котором появилась продольная трещина, так как далее говорить о деформациях бетона сжатой зоны по показаниям приборов было бы неверным. Поэтому для образцов треугольной формы поперечного сечения нельзя ориентироваться на полученные предельные деформации сжатого бетона.

Этим объясняется более низкие значения средней опытной относительной высоты сжатой зоны бетона при разрушении при одинаковых деформациях в арматуре для балок треугольного сечения, приведенные на рис. 1 и 2 т.к. значения величины $\varepsilon_{m,avs}$ определялись исходя из опытных деформаций бетона, которые занижены.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что величина предельной сжимаемости бетона не зависит от прочности бетона и процента армирования сечения и равна в среднем для элементов прямоугольных форм сечения $325 \cdot 10^{-5}$ в отдельных случаях величина ε_{vm} достигла значения $350 \cdot 10^{-5}$, в сечениях с трещинами $470 \cdot 10^{-5}$.

Для элементов треугольного сечения, на основании данных о средних деформациях арматуры и показаний датчиков, наклеенных на боковой поверхности балок в несколько рядов по высоте сечения, были установлены возможные величины деформаций сжатой грани при разрушении, которые могли бы быть, если бы не происходил выкол вершины сжатой зоны, который наблюдался в настоящих опытах.

Условные значения возможных предельных деформаций сжатой грани в предположении отсутствия выкола вершины ε_{vm1} приведены в таблице 1. Из таблицы видно, что для элементов треугольных форм поперечного сечения величины предельных деформаций бетона сжатой грани могли бы быть значительно более высокими и составить в зависимости от процента армирования $(410 \dots 600) \cdot 10^{-5}$.

Проф. Г. Рюшем (8) в исследованиях, проведенных над внецентренно сжатыми призмами прямоугольного и треугольного сечений. Были получены значения предельной сжимаемости бетона соответственно равные в среднем $300 \cdot 10^{-5}$ и $450 \cdot 10^{-5}$.

Таблица 1

Деформации бетона сжатой грани треугольных балок

№п/п	Шифр балок	Мв% от М и, obs	ε_{vm}^*	ε_{vm1}^*
1	2	3	4	5
1	T-3-1A	84,5	220	540
2	T-3-2A	93,1	240	470
3	T-3-2A	70,6	278	540
4	T-3-2B	66,6	249	500
5	T-3-3A	73,9	305	410
6	T-3-3B	69,6	255	420
7	T-8-1A	82,0	237	600
8	T-8-1B	78,0	240	605
9	T-8-2A	82,0	250	480
10	T-8-2B	69,0	220	480
11	T-8-3A	55,0	236	418
12	T-8-3B	55,0	234	445

В треугольных балках, исследованных к.т.н. Бычковым М.И. (8), предельная сжимаемость изменялась в широком диапазоне от $260 \cdot 10^{-5}$ и $970 \cdot 10^{-5}$. В данном случае, в связи с большим разбросом опытных величин и отсутствием для сравнения балок других сечений (прямоугольных или тавровых), оценка влияния формы поперечного сечения на ε_{vm} оказалась невозможным.

Таким образом, на основании полученных результатов в настоящих исследованиях, а также данных работ [8 и 9] можно сказать, что есть тенденция к тому, что в элементах треугольной формы поперечного сечения предельные деформации сжатого бетона выше, чем в образцах с прямоугольной и тавровой сжатой зоной.

Однако отсутствие прямых данных по предельной сжимаемости бетона в проведенных исследованиях из-за появления продольных трещин в сжатой зоне и откола вершины не позволяет сделать окончательные выводы.

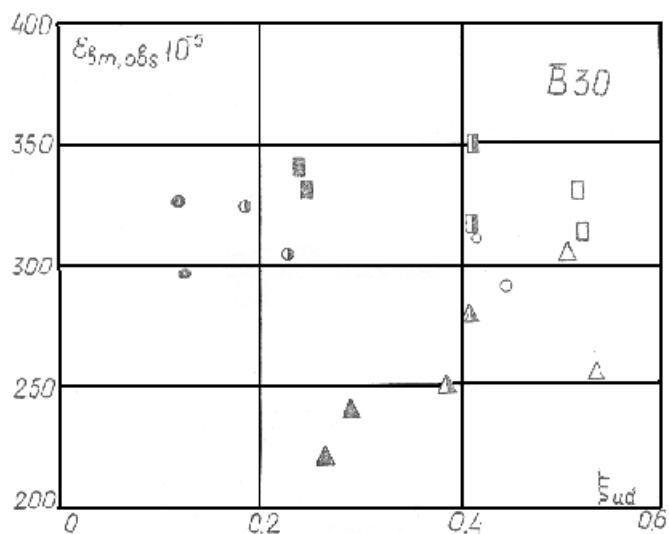


Рисунок 1 - Зависимость опытных предельных деформаций бетона сжатой грани от расчетной высоты сжатой зоны

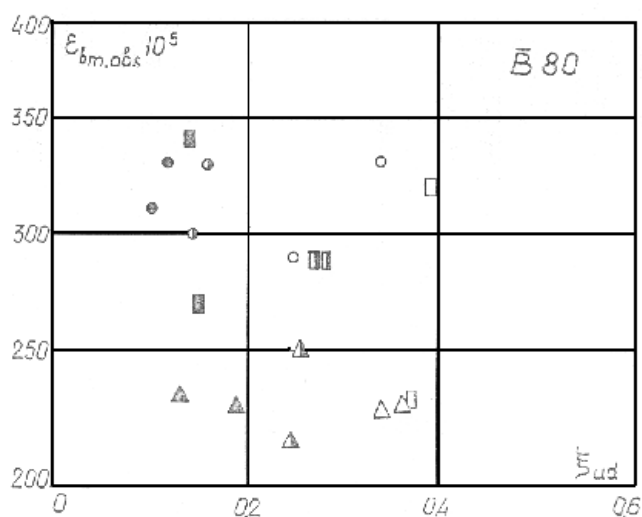


Рисунок 2 - Зависимость опытных предельных деформаций бетона сжатой грани от расчетной высоты сжатой зоны

ЛИТЕРАТУРА

1. Артемьев В.П. Исследование прочности, трещиностойкости и жесткости обычных и предварительно напряженных балок, армированных высокопрочными

стержнями периодического профиля из стали ЗОХГ2С. Автореферат ... канд. техн. наук. М., 1959,-21с.

2. Безуов К.И. Исследование железобетона на высокопрочных материалах. –Строительная промышленность, 1940, № 12, с 29-32.

3. Беликов В.А. Исследования несущей способности внецентренножатых железобетонных колонн из высокопрочных бетонов – Бетон и железобетон, 1969, №12, с 36-39.

4. Аубакиров Г.Т. Экспериментально–теоретические исследования влияния формы поперечного сечения на прочность трещиностойкость и деформативность изгибаемых элементов. Дисс. канд. техн. наук. М., 1977-169с.

5. Вилков Х. И. Жесткость и трещинообразование железобетонных изгибаемых элементов таврового и двутаврового сечении.- Известия вузов. Строительство и архитектура. Новосибирск, 1960,№2, с 87-99.

6. Дроздова В.А. Исследование деформаций железобетонных изгибаемых элементов таврового сечения Дисс... канд. техн. наук. М., 1969-185с.

7. Саканов К.Т. Несущая способность, жесткость и трещино стойкость изгибаемых железобетонных элементов с учетом влияние формы их поперечного сечения. Автореферат... канд. техн. наук. М., 1986-21с.

8. Бычков М.Н. Расчет изгибаемых железобетонных элементов прямоугольного поперечного сечения по разрушающим нагрузкам. – строительная промышленность, 1940, №8, с 43-49.

9. Rusch H. Researches toward adeneral fluxral theory for structural concrete. “Jonrnal of the American Cancrete Institute”, v №1, 1960.

Түйіндеме

Сығылған зоналардың қимасы тікбұрышты емес иілген темірбетон элементтерінде бетонның шекті деформациялары бойынша мәліметтер берілген.

Resume

Даны сведения о предельных деформациях бетона в изгибаемых железобетонных элементах с прямоугольной формой сжатой зоны.

УДК 666.646

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБ

В.Т. Станевич, Б.Ч. Кудрышова,

Б.О. Смаилова, О.В. Станевич

Павлодарский государственный университет

им. С.Торайгырова

Керамическое производство существует уже на протяжении многих тысячелетий. Например, на дне Нила на глубине около 20 м был найден глазурованный глиняный черепок, изготовленный не менее 14 тыс. лет назад. Имеющиеся в Египте памятники архитектуры из глиняного кирпича построены более 12 тыс. лет назад. Для строительства применялся кирпич-сырец и обожженный кирпич. В музее Каира находятся два древнеегипетских крупных блока-сырца весом около 230 кг каждый и размером 85х52х30 см. Объем такого блока в 74 раза превосходит объем современного кирпича. Для отделки египетских пирамид и храмов, сооруженных около 4 - 6 тыс. лет назад, использовались изразцы.

На о. Крит, построенный около 3 тыс. лет назад Киосский дворец имел разветвленную канализационную сеть, которая была выполнена из глиняных труб различных диаметров. В Греции при постройке храмов Посейдона, Парфенона и других были использованы кирпич, черепица и глазурованная керамика. При постройке Великой китайской стены в II в. до н. э. применялся глиняный кирпич-сырец и обожженный глиняный кирпич. В это же время кирпич применялся и в Индии [1].

Вблизи Керчи обнаружены остатки печей для обжига керамических изделий. Печи разделены сводом на два этажа. Нижний этаж является топкой, а верхний — камерой обжига. Сооружение этих печей относится к IV в., но относительно сложная их конструкция указывает на то, что производство керамических изделий было организовано здесь значительно раньше. В Крыму, в долине Эскикермена, найдены глиняные трубы, которые использовались для сооружения водопровода. Такие трубы применялись в VI—VII вв. Трубы изготовлены на гончарном круге, они имеют черепок без глазури.

Способ осушения переувлажненных и заболоченных земель, при котором избыток воды из почвы сбрасывается самотеком в реки, озера или иные нижележащие водоемы, называется дренажом. Дренаж, понижая уровень избыточных вод, создает для растений наиболее благоприятный водный и воздушный тепловой режим почвы и тем самым способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Дренаж называют открытым, когда его выполняют в виде канав, и закрытым при выполнении в виде подземных трубопроводов. Закрытый дренаж по сравнению с открытым более совершенен и прогрессивен. Особое значение приобретает устройство закрытых отводящих дренажных систем в условиях поливного орошения засоленных

почв. Здесь орошение применяют не только для питания растений, но и для опреснения верхних слоев почвы, из которой вымываются соли, что способствует увеличению плодородия почв. При отсутствии дренажа орошение повышает уровень грунтовых вод, которые засоляются вследствие миграции растворенных солей нижележащих слоев грунта, поднимаясь к верхнему почвенному слою, снова отлагают в нем соли. Дренажные системы применяют также в промышленном и городском строительстве для защиты от подтопления грунтовыми водами различных сооружений, подземных частей зданий и коммуникаций. Для сооружения закрытых дренажных систем наибольшее применение получили керамические дренажные трубы. Надежность и продолжительность службы этих труб весьма велики и использовать их начали давно.

Дренаж известен с древних времен: несколько тысячелетий назад его применяли в Месопотамии, а затем в древнем Риме. Археологическими раскопками установлено наличие дренажа в XI вв. в Новгороде и в XIV в. в Москве. Дренажные и водоотводные системы в древней Руси сооружали из бревен, составленных из двух продольных половинок, середина которых была выдолблена. В некоторых странах до появления шнековых прессов керамические трубы формовали на гончарных кругах. Трубы изготовляли также путем обмазки глиной деревянных кругляков, которые выгорали при последующем обжиге. Дренаж использовали для осушения почвы при строительстве Петербурга, и к концу XVIII в. этот город имел развитую отводящую сеть со сбросом воды в реки и каналы [2,3].

В Республике Казахстан выпуск керамических строительных материалов, и в частности керамических дренажных труб не налажен из-за недостаточности исследований минерально-сырьевых ресурсов, пригодных для производства этого вида строительного материала. Наиболее развита промышленность дренажных труб в Прибалтике и Средней Азии, где эти изделия играют большую народнохозяйственную роль.

В странах Западной Европы трубы выпускают на керамических заводах совместно со стеновой и другими видами строительной керамики, а объем их производства зависит от рынка сбыта и сезона потребления. В больших количествах изготавливают трубы в Голландии, Германии, Финляндии, Польше и ряде других стран. На современных заводах этих стран используют новейшее оборудование и агрегаты, управление работой которых механизировано и автоматизировано. Применяют ящичные подаватели с объемом бункеров 100 м³ и более, вальцы различных типов (зубчатые, камневыведительные, грубого и тонкого помола со шлифовальными приспособлениями), бегуны, двухвальные смесители, глинопротирочные машины, башни-силосы, мощные вакуум-прессы для формования труб из масс с пониженной влажностью (12—14%), резательные и укладочные автоматы. Оборудование расставляют по горизонтальной схеме, что обеспечивает свободный доступ к нему при монтаже и ремонте. Получили распространение камерные сушилки нового типа с ритмическим режимом сушки. Периодичность работы этих сушилок, позволяющих вести загрузку и разгрузку пять дней в неделю при любом режиме сменности прессового отделения, выявила их преимущества перед непрерывно действующими туннельными сушилками.

В камерных и туннельных конструкциях сушилок зарубежных заводов применяют индивидуальные вентиляционные агрегаты с электрическими или паровыми калориферами для промежуточного подогрева теплоносителя, снабженные осевыми вентиляторами, которые могут подавать дополнительный теплоноситель на отдельные участки сушилки с созданием многократной поперечной рециркуляции. Индивидуальные вентиляционные агрегаты используют как для стационарной установки по осевой линии в

сдвоенных сушильных туннелях, так и с передвижением в сушильных помещениях при сушке труб на стеллажах.

Срок сушки в сушилках различного типа от 30 до 60 ч. Для садки труб на печные вагонетки начинают внедряться автоматы, выпускаемые фирмами «Келлер», «Лингл» (Германия) и др. Новые туннельные печи длиной от 90 до 140 м с шириной обжигового канала 2,6 - 6,8 м при высоте 1,5-1,7 м имеют плоский свод, в который вмонтированы импульсные горелки и вентиляционное оборудование. Сроки обжига от 35 до 55 ч. Некоторые фирмы применяют упаковку труб в полиэтиленовую пленку. Мешок из пленки надевают на пакет труб, лежащий на поддоне, после чего пленку подвергают тепловой обработке; она дает усадку, скрепляя в единый комплекс поддон и трубы.

Самым крупным и наиболее механизированным предприятием по производству дренажных труб в Чехословакии является завод керамических дренажных труб «Дольни Буковско» мощностью 38 млн. шт. труб усл. диаметра. Ассортимент — многогранные трубы диаметром до 130 мм. Технологическая схема производства следующая: карьер - конус, многоковшовый экскаватор - ленточный конвейер - ящичный подаватель - бегуны - тарельчатый смеситель - вальцы тонкого помола - силосные трапецеидальные башни объемом 200 м³ - шнековый вакуум-пресс производительностью 9000 шт. труб условного диаметра в 1 ч - резательный автомат и укладчик швейцарской фирмы - камерные сушилка (20-полочные, длина камер 14 м, ширина 1,54 м). Сушка чистым воздухом, нагретым в огневых калориферах с добавкой воздуха из зоны охлаждения печей - накопитель - автомат для отделения металлических рамок — садка высушенного сырца на печные вагонетки (пакетом, вручную) — туннельная печь с плоским сводом (длина 96 м, ширина 3,4 м, высота 1,8 м); печь снабжена пульсирующими форсунками «Бернини», установленными на своде; длительность обжига 41 ч. Тепловой режим камерных сушилок и туннельных печей автоматизирован. Ремонтные работы осуществляют централизованно.

В Польше трубы производят на 30 керамических заводах, из которых 10 специализированы. Выпускают трубы диаметром 50; 62,5; 75; 100 и 200 мм преимущественно восьмигранного сечения для придания большей равномерности по толщине с граней снимают фаску.

В Финляндии изготавливают трубы диаметром от 40 до 200 мм. Поглотительные сети дренажа в основном укладывают из труб диаметром 40 мм, объем которых составляет примерно 66% общего производства труб; 90% общего выпуска труб вырабатывается на семи заводах принадлежащих пяти фирмам.

В США имеется ряд специализированных заводов керамических дренажных труб, выпускающих продукцию для сельского хозяйства, городского и промышленного дренажа, для дорожного, аэродромного строительства, для прокладки кабелей и других нужд. Распространение сланцевых глин обуславливает широкое применение сухой подготовки сырья, причем тонкомолотую глину используют как пластифицирующую связку, а грубодробленную в качестве отошающей добавки. Трубы формуют на мощных прессах при пониженной влажности массы, что в свою очередь упрощает сушку, позволяя сушить трубы на вагонетках туннельных печей с последующей передачей без перегрузки в туннельные печи на обжиг.

Трубы малых диаметров обжигают в туннельных печах, трубы больших диаметров в круглых периодических горнах с загрузкой и выгрузкой механическими погрузчиками. Интересна организация производства и сбыта продукции на керамическом заводе «Рокфорд Брик энд Таил» в штате Айова. Завод выпускает дренажные трубы диаметром от 100 до 300 мм и длиной 300 мм, а также пустотелые камни и плиты. Фирма не толь-

ко изготавливает трубы, но проводит изыскательские работы по их укладке, составляет проекты дренажных систем и доставляет трубы непосредственно к местам производства дренажных работ, причем по требованию потребителя трубы раскладывают вдоль намеченных линий или уже открытых траншей.

Основным сырьем для производства керамических дренажных труб служат легкоплавкие глины или смеси различных легкоплавких глин с добавками или без добавок. Главнейшее свойство глины - пластичность, т.е. способность во влажном состоянии под влиянием внешней силы принимать заданную форму без разрывов и сохранять эту форму после прекращения действия внешней силы. Для изготовления труб малых диаметров (50 - 100 мм) глины должны иметь число пластичности не менее 7-15 (по ГОСТ 9169-75), т.е. принадлежать к группе не ниже "умеренно пластичного сырья". Что касается труб больших диаметров (125-250 мм), то для их изготовления требуются глины, принадлежащие к группе "среднепластичного сырья" с числом пластичности 15-25. Глины должны быть тонкозернистыми, дисперсными и содержать глинистых частиц (размером меньше 0,005 мм) не менее 20-25%, а пылеватых частиц (размером 0,005-0,05 мм) не более 40-50%. Если пылеватых частиц более 40-50%, то такая глина малопластична и для изготовления дренажных труб (особенно больших диаметров) в нее необходимо добавлять более пластичные глины. Они должны обладать хорошими сушильными свойствами, т.е. быстро сохнуть без трещин и короблений, имея воздушную усадку не более 7-8%. По химическому составу глины, пригодные для дренажных труб малых диаметров, относятся преимущественно к кислым, т.е. содержат менее 14% Al_2O_3 , а для труб больших диаметров обычно к полукислым, т.е. содержат Al_2O_3 более 14%. Глины и суглинки, применяемые при производстве дренажных труб, обычно легкоплавки, с огнеупорностью ниже 1350 °С с водопоглощением черепка более 5% [4,5,6].

Ранее проведенными исследованиями обосновано применение вскрышных пород угледобычи в производстве различных видов строительных материалов. В качестве минерально-сырьевой базы выбраны вскрышные породы разреза "Северный". В настоящей работе, в качестве объекта исследования, на предмет использования, в производстве керамических дренажных труб и расширения номенклатуры изделий выбраны вскрышные породы разреза "Степной", залегающие на горизонте +50, +100, +150 м, представленные аргиллитами и алевролитами и светло-серый аргиллит разреза "Майкубенский". Кроме того, использование отходов угледобычи для производства строительных материалов решает экологическую проблему их утилизации и восполняет недостаток кондиционного глинистого сырья.

Алевролиты и аргиллиты Экибастузского угольного бассейна породы карбонового возраста, которые образовались в результате дегидратации и цементации первичных глинистых материалов. Данные породы обладают свойствами, которые зависят от физико-механических характеристик, макроструктуры, степени метаморфизации. Аргиллиты и алевролиты в естественном виде не размокают в воде, что требует их механического измельчения с целью разрушения цементирующих связей глинистых составляющих.

Произведена оценка радиоактивной безопасности пород как сырья для производства строительных материалов. Определены удельные активности радионуклидов (таблица 1).

Таблица 1

Результаты определения удельных активностей естественных радионуклидов

Наименование сырья	Удельные активности, пКп/ч			Эффективная удельная активность, пКп/ч
	торий 228	радий 226	калий 40	
Разрез "Степной"				
горизонт +50				
Аргиллит	0,4	0,5	13,0	2,8
Алевролит	0,6	0,3	10,1	1,8
горизонт +100				
Аргиллит	0,6	0,5	15,8	2,7
Алевролит	0,7	0,3	10,1	2,0
горизонт +150				
Аргиллит	0,5	0,4	9,5	1,7
Алевролит	0,4	0,3	10,4	1,6
Разрез "Майкубенский"				
Аргиллит	0,5	0,4	12,5	2,5

Анализ полученных данных показал, что вскрышные породы в соответствии с нормами радиационной безопасности, могут использоваться без ограничений для производства всех видов строительных материалов.

Содержание благородных и редкоземельных элементов во вскрышных породах относительно мало и не представляет ценности для их промышленного извлечения. Количество экологически опасных элементов (свинец, ванадий, мышьяк, хром, сурьма, галлий, ртуть и др.) ниже предельно допустимого и в целом характеризует породы как относительно экологически безопасное сырьё. Полученные данные сравнивались с содержанием, подлежащим количественной оценке.

На качество готовых керамических изделий, полученных из отходов угледобычи, большое влияние оказывают физико-механические свойства и химико-минералогический состав вскрышных пород.

Основными физико-механическими свойствами вскрышных пород являются плотность, естественная влажность, прочность при сжатии и пористость.

Таблица 2

Физико-механические свойства вскрышных пород

Наименование сырья	Плотность, г/см ³	Естественная влажность, %	Прочность при сжатии, МПа	Пористость %
Разрез "Степной"				
Горизонт +50				
аргиллит	2,4	5,1	37,4	12,9
алевролит	2,7	4,3	48,9	10,6

Горизонт +100 аргиллит	2,4	4,9	34,9	14,9
алевролит	2,5	4,3	47,0	15,9
Горизонт +150 аргиллит	2,2	5,8	34,7	18,7
алевролит	2,3	4,7	45,0	19,1
Разрез “Майкубенский” аргиллит	2,6	4,8	45,6	15,6

Анализ полученных данных по плотности показывает, что она уменьшается от горизонта +50 до горизонта +150 м. При этом плотность алевролитов на 7-10% выше плотности аргиллитов и составляет 2,3-2,7 г/см³ для аргиллитов, 2,6 г/см³ для светло-серого аргиллита.

Естественная влажность для аргиллитов колеблется в пределах 4,9-5,8%, алевролитов 4,3-4,7% и увеличивается от горизонта +50 до горизонта +150 м. Естественная влажность для светло-серых аргиллитов составила 4,8%.

Прочность при сжатии вскрышных пород составляет для аргиллитов 34,7-37,4 МПа, для алевролитов 45,0-43,9 МПа, для светло-серых аргиллитов 45,6 МПа. При изменении горизонта залегания пород от +50 до +150 м характерно снижение показателей прочности при сжатии у алевролитов и аргиллитов.

Пористость аргиллитов составляет 12,9-18,7%, алевролитов 10,6-19,1% и увеличивается в зависимости от горизонта залегания от +50 до +150 м. Пористость светло-серого аргиллита составляет 15,6%.

Таким образом, при изменении горизонтов залегания вскрышных пород от +50 м и до +150 м показатели физико-механических свойств снижаются, что объясняется уменьшением степени уплотнения пород при данном изменении горизонтов, их более значительным выветриванием на горизонте +150 м. Физико-механические свойства аргиллита разреза “Майкубенский” аналогичны свойствам пород разреза “Степной”.

Анализируя данные химического анализа вскрышных пород различного литологического типа можно судить о количественном содержании породообразующих оксидов (табл. 2.3).

Содержание оксида кремния SiO₂ составляет 56,7-61,3%. Он находится в связанном и свободном состояниях. Связанный кремнезем входит в состав глинообразующих минералов, свободно представлен примесью тонкодисперсного кварца, его содержание в пробах составляет 16-25%. По содержанию свободного кварца отходы угледобычи относятся к группе сырья со средним содержанием кварца /102/.

Оксид алюминия Al₂O₃ входит в состав глинообразующих минералов и слюдяных примесей. Содержание его для аргиллитов составляет 17,6-18,4%, для алевролитов 17,6-18,5%, для светло-серых аргиллитов 17,9%, снижается для аргиллитов в зависимости от горизонта залегания от +50 до +150 м. По содержанию алюминия в прокаленном состоянии породы относятся к группе полукислого сырья.

Содержание оксидов железа в исследуемых пробах составляет для аргиллитов 5,6-6,4%, для алевролитов 3,4-4,18%. Соединения железа представлены пиритом и сидеритом. Вскрышные породы по содержанию оксидов железа относятся к группе сырья с высоким содержанием красящих оксидов.

Оксиды щелочноземельных металлов входят в состав глинистых минералов и карбонатов. Суммарное содержание оксидов кальция и магния составляет для аргиллитов 1,67-2,3%, для алевролитов 1,09-1,84%.

Суммарное содержание оксидов натрия и калия в литологических типах различных горизонтов залегания колеблется от 2,96 до 3,36%. Щелочные оксиды входят в состав глинообразующих минералов, а также присутствуют в примесях в виде водорастворимых солей.

Содержание оксида серы SO_3 не превышает 0,28%, что характерно для низкосернистого экологически безопасного сырья и допускает использование вскрышных пород в производстве керамических изделий без ограничений.

Кроме того, вскрышные породы содержат органический углерод, который колеблется от 3,5 до 5%.

В целом по химическому составу можно сделать вывод, что вскрышные породы относятся к группе полуокислого с низким и средним содержанием красящих оксидов сырья. Химический состав минеральной части проб близок к химическому составу глин, применяемых для производства керамических дренажных труб (таблица 3).

Таблица 3

Химический состав вскрышных пород

Наименование сырья	Оксиды, %											
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	$Fe_2O_3 + FeO$	MgO	MnO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3	штп
Разрез "Степной" горизонт +50 м аргиллит алевролит	56,7	0,9	17,6	5,6	1,1	0,1	0,2	1,2	1,9	0,25	0,15	12,1
	61,1	1,03	18,5	3,4	0,9	0,12	0,85	1,32	2,06	0,25	0,21	10,4
Горизонт +100 м аргиллит алевролит	57,7	0,85	17,7	6,4	1,2	0,1	0,77	0,57	2,39	0,3	0,10	11,0
	59,9	0,93	17,9	4,18	1,1	0,09	0,74	1,06	2,24	0,25	0,22	10,9
Горизонт +150 аргиллит алевролит	57,7	0,86	18,4	5,6	0,94	0,12	0,73	0,47	2,54	0,38	0,19	11,6
	61,3	0,93	17,6	4,02	0,03	0,08	0,56	1,38	2,54	0,28	0,28	10,6
Разрез "Майкубенский" аргиллит	58,6	0,88	17,9	5,8	1,05	0,1	0,89	0,88	2,24	0,32	0,16	11,8

В результате исследования закономерностей изменения состава и свойств отходов угледобычи как сырья для производства керамических строительных материалов установлено следующее:

- согласно нормам радиационной безопасности отходы угледобычи могут использоваться для производства всех видов строительных материалов без ограничений, количество потенциально-токсичных элементов в отходах не превышает предельно допустимых концентраций, что характеризует их как экологически безопасное сырьё;

- физико-механические свойства отходов угледобычи изменяются в сторону уменьшения от горизонта +50м к горизонту +150м, что объясняется снижением степени уплотнения и более значительным выветриванием; по химическому составу и содержанию водорастворимых солей отходы угледобычи близки к глинистому сырью и относятся к группе полуокислого с низким содержанием красящих оксидов сырья;

- при термической обработке отходов угледобычи происходят преобразования, связанные с дегидратацией каолинита, изменением кристаллической структуры минералов с образованием новых фаз.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что отходы угледобычи по физико-механическим свойствам, химическому и минеральному составу близки к тради-

ционному глинистому сырью и могут использоваться для производства керамических дренажных труб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаццоло П., Дайфупу Х., Коннели Э.А и др. Консервация и реставрация памятников и исторических зданий. М., 1978.
2. Аль-Бируни, Абу-Райхан-Мухамед ибн Ахмед. Собрание сведений для познания драгоценностей. (Минералогия). М., 1963.
3. Русская керамика XVIII — начала XIX вв. М., 1976.
4. Бурлаков Г.С. Основы технологии керамики и искусственных пористых заполнителей. / М. «Высшая школа», 1972 г. - 424с.
5. Данилович И.Ю., Сканава Н.А. Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов. /М. «Высшая школа», 1988 г. - 70с.
6. Долгорев А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов. Справочное пособие. /М. «Стройиздат», 1990 г. - 455с.

Түйіндеме

Мақала өнеркәсіп қалдықтарының қолданылуымен керамикалық дренаж құбырларын өндіру мәселелеріне арналған. Жұмыста керамикалық бұйымдарын өндіру бойынша мәліметтер қарастырылған және алғашқы шикізаттың негізгі қасиеттері ұсынылған. Керамикалық дренаж құбырларының өндірісі кезінде зерттеудің физика-механикалық қасиеттері мен структуралық құрылымы көрсетілген.

Resume

The work is devoted to the questions of accumulation of hard industrial wastes in the region and possible ways of their salvaging. The article considers the ecological aspects of influence of industrial wastes on environment and possible consequences of their further uncontrolled accumulation.

УДК 621.311

СПОСОБ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ В СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В НА ЭКСКАВАТОРАХ

Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов,

А.Б. Уахитова, С.Т. Амургалинов

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

На предприятиях горной отрасли при обслуживании экскаваторов и буровых станков, имеет место поражение электрическим током персонала, работающих при разработке угольных месторождений и добыче полезных ископаемых.

В настоящее время отсутствуют причинно следственные выводы не эффективной работы устройств защитного отключения для защиты людей от поражения электрическим током человека при эксплуатации экскаваторов и буровых станков.

Существующий способ защитного отключения в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В на экскаваторах, основанный на наложении постоянного тока на трехфазную сеть с фиксированной уставкой срабатывания защиты от поражения электрическим током человека, имеет недостаток. Данный недостаток заключается в том, что фиксированная уставка срабатывания защиты от поражения электрическим током человека не позволяет обеспечить защиту человека от поражения электрическим током, так как сеть напряжением до 1000 В на экскаваторе имеет ток однофазного замыкания на землю меньше, чем величина уставки устройства защитного отключения [1].

Для устранения данного недостатка необходимо разработать способ защитного отключения в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В на экскаваторах, позволяющий повысить эффективность устройства защитного отключения в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.

Повышение эффективности устройства защитного отключения в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В основано на отключении питания при повреждении изоляции относительно земли за счет увеличения емкости фаз относительно земли.

Способ защитного отключения в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В на экскаваторах поясняется схемой электрической принципиальной (рисунок 1), содержащей: силовой трансформатор – Т; выключатель нагрузки – QF1, подающий напряжение в трехфазную электрическую сеть; трехфазную электрическую сеть с фазами А, В, С; электроприемники; выключатель нагрузки QF2, коммутирующий конденсаторы между фазами сети и землей; конденсаторы С1, С2, С3, обеспечивающие увеличением тока однофазного замыкания на землю; выключатель нагрузки – QF3, коммутирующий устройство защитного отключения; устройство защитного отключения - УЗО; полные проводимости изоляции сети Z1, Z2, Z3.

Принцип действия схемы защитного отключения в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В на экскаваторах заключается в следующем.

С силового трансформатора Т выключателем нагрузки QF1 подается напряжение в трехфазную электрическую сеть с фазами А, В, С откуда запитаны электроприемники напряжением до 1000 В экскаватора. Выключателем нагрузки QF2, производится подключение конденсаторов С1, С2, С3, между фазами сети и землей, с целью обеспечения увеличения тока однофазного замыкания на землю. Выключателем нагрузки QF3, производится подключение устройства защитного отключения в трехфазную электрическую сеть экскаватора.

При повреждении изоляции какой-либо фазы электрической сети относительно земли устройство защитного отключения, имеющее фиксированную уставку для горных предприятий, не позволяет произвести отключение выключателем нагрузки QF1 трехфазную электрическую сеть, и тем самым возникает опасность поражения электрическим током человека. Устройство защитного отключения не отключает трехфазную электрическую сеть при повреждении изоляции какой-либо фазы относительно земли, так как уставка срабатывания защиты больше, чем ток однофазного замыкания на землю в трехфазной электрической сети экскаватора. С целью отключения трехфазной электрической сети при повреждении изоляции производится увеличение тока однофазного замыкания в сети путем подключения выключателем нагрузки QF2, конденсаторов С1, С2, С3 между фазами электрической сети и землей. При этом ток однофазного замыкания в трехфазной электрической сети экскаватора будет больше, чем ток уставки устройства защитного отключения, что приведет к срабатыванию устройства защитного отключения и тем самым производится отключения выключателем нагрузки QF1 питающего напряжения от силового трансформатора.

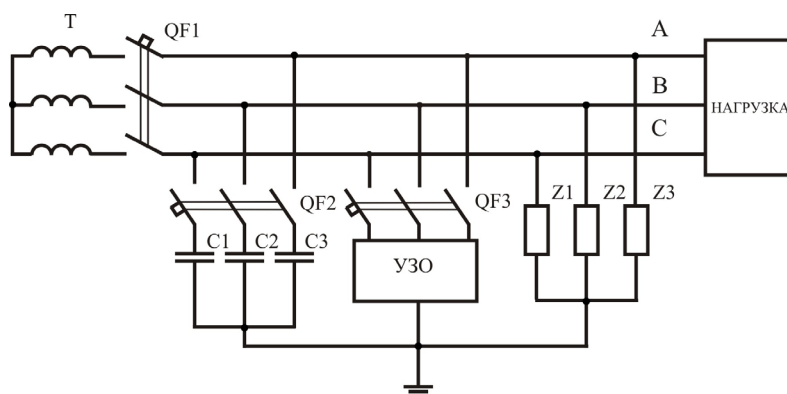


Рисунок 1 – Схема защитного отключения в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В на экскаваторах

Разработанный способ защитного отключения в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В на экскаваторе основан на наложении постоянного тока на трехфазную сеть с фиксированной уставкой срабатывания защиты от повреждении изоляции какой-либо фазы относительно земли, где при прикосновении человека к токоведущим частям электрооборудования производится отключение электрооборудования устройством защитного отключения за счет увеличения емкости фаз относительно земли. Внедрение разработанного способа защитного отключения в сети с изолированной нейтралью

напряжением до 1000 В на экскаваторе обеспечивает рост уровня электробезопасности при эксплуатации экскаваторного электрооборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цапенко Е.Ф. Контроль изоляции в сетях до 1000 В. 2-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1972, – 152 с.

Түйіндеме

Осы жұмыста экскаваторында кернеуі 1000 В дейінгі бейтарабы оқшауланған торапта қорғау сөндіру тәсіл көрсетілген. Қорғаныш бірдеме істеу уставкасы тәсіл бекітілгенмен үш фазалық ауга тұрақты ток салуында негізі салынған оңашалау зақым келуінде қандай болмасын фазаның жер салыстырмалы жер салыстырмалы жолмен үш фазалық ау сөндірулері фазалардың сыйымдылық артуын шоттың артынан шығарылу .

Resume

In work presented way of defensive disconnecting in network with insulated neutral by the voltage before 1000 V on the excavator, based on the imposition of direct current on three phase network with fixed value of operating protection from damaging an insulating some phase for ground by disconnecting to network be produced to the account an increasing a capacity of phases for ground.

УДК 621.311

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ИЗОЛЯЦИИ В НЕСИММЕТРИЧНОЙ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов,

А.Б. Уахитова, С.Т. Амургалинов

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Выполнение арифметических действий определения активной проводимости изоляции в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В содержат погрешность. Поэтому требуется произвести анализ погрешности. Производится анализ погрешности путем определения случайной относительной среднеквадратичной погрешности. При анализе погрешности необходимо учитывать влияние величины вводимой активной дополнительной проводимости. Анализ относительной среднеквадратичной погрешности определения параметров изоляции учитывает класс точности измерительных приборов.

На основе проведенного анализа погрешности определяются границы изменения величины напряжения фазы относительно земли в зависимости от изменения величины вводимой дополнительной проводимости между измеряемой величиной напряжения фазы электрической сети относительно земли, где погрешности определения искомых величин лежат в области допустимых пределах. При этом обеспечивается безопасность производства работ при эксплуатации трехфазной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В на горных предприятиях.

Анализ погрешности разработанного метода определения активной проводимости изоляции в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В производится с использованием основных положений теории ошибок и теоретических основ электротехники [1].

Определяем случайную относительную среднеквадратичную погрешность для активной проводимости изоляции сети напряжением до 1000 В, по полученной математической зависимости

$$g = \left(\frac{3U_{\phi 0}^2}{U_{\lambda}^2} - \frac{3U_{\phi 0}^2}{(U_{\lambda} - \sqrt{3}U_{\phi 0})^2} - 1 \right) \frac{U_{\phi 01}(U_{\lambda} - \sqrt{3}U_{\phi 0})g_1}{2 \begin{bmatrix} U_{\phi 0}(U_{\lambda} - \sqrt{3}U_{\phi 01}) - \\ -U_{\phi 01}(U_{\lambda} - \sqrt{3}U_{\phi 0}) \end{bmatrix}}, \quad (1)$$

где $U_{\xi}, U_{\phi\phi}$ – величины, получаемые прямыми измерениями для косвенного определения активной проводимости изоляции сети.
 $U_{\phi\phi 1}, g_1$

Случайная относительная среднеквадратичная погрешность метода при определении активной проводимости изоляции в несимметричной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В определяется из выражения:

$$\varepsilon_g = \frac{g_*}{\Delta} = \frac{1}{g} \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial U_{\xi}}\right)^2 \Delta U_{\xi}^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial U_{\phi\phi}}\right)^2 \Delta U_{\phi\phi}^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial U_{\phi\phi 1}}\right)^2 \Delta U_{\phi\phi 1}^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial g_1}\right)^2 \Delta g_1^2} \quad (2)$$

где $\frac{\partial g}{\partial U_{\xi}}; \frac{\partial g}{\partial U_{\phi\phi}}; \frac{\partial g}{\partial U_{\phi\phi 1}}; \frac{\partial g}{\partial g_1}$ – частные производные функции $g = f(U_{\xi}, U_{\phi\phi}, U_{\phi\phi 1}, g_1)$.
 $\Delta U_{\xi}, \Delta U_{\phi\phi}, \Delta U_{\phi\phi 1}, \Delta g_1$ – абсолютные погрешности прямых измерений величин $U_{\xi}, U_{\phi\phi}, U_{\phi\phi 1}, g_1$, которые определяются следующими выражениями:

$$\begin{aligned} \Delta U_{\xi} &= U_{\xi} \Delta U_{\xi*}; \quad \Delta U_{\phi\phi} = U_{\phi\phi} \Delta U_{\phi\phi*}; \\ \Delta U_{\phi\phi 1} &= U_{\phi\phi 1} \Delta U_{\phi\phi 1*}; \quad \Delta g_1 = g_1 \Delta g_{1*} \end{aligned} \quad (3)$$

Для определения погрешности измерительных приборов принимаем, что $\Delta U_{\xi*} = \Delta U_{\phi\phi*} = \Delta U_{\phi\phi 1*} = \Delta U_{g_1*}$, где ΔU_{*} – относительная погрешность измерительных цепей напряжения; $\Delta g_{1*} = \Delta R_{*}^{-1}$ – относительная погрешность измерительного прибора, измеряющего сопротивление вводимой дополнительной проводимости.

Определяем частные производные функции $g = f(U_{\xi}, U_{\phi\phi}, U_{\phi\phi 1}, g_1)$ по переменным $U_{\xi}, U_{\phi\phi}, U_{\phi\phi 1}, g_1$:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial g}{\partial U_{\pi}} &= \left(\frac{1}{(U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^3} - \frac{1}{U_{\pi}^3} \right) \frac{6U_{\phi_0}^2 U_{\phi_01} (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0}) g_1}{2U_{\pi} (U_{\phi_0} - U_{\phi_01})} + \\
 &+ \left(\frac{3U_{\phi_0}^2}{U_{\pi}^2} - \frac{3U_{\phi_0}^2}{(U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2} - 1 \right) \frac{\sqrt{3}U_{\phi_0} U_{\phi_01} g_1}{2U_{\pi}^2 (U_{\phi_0} - U_{\phi_01})} ; \\
 \frac{\partial g}{\partial U_{\phi_0}} &= \left(\frac{1}{U_{\pi}^2} - \frac{U_{\pi}}{(U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^3} \right) \frac{6U_{\phi_0} U_{\phi_01} (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0}) g_1}{2U_{\pi} (U_{\phi_0} - U_{\phi_01})} - \\
 &- \left(\frac{3U_{\phi_0}^2}{U_{\pi}^2} - \frac{3U_{\phi_0}^2}{(U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2} - 1 \right) \frac{\left[\frac{\sqrt{3}U_{\phi_01} (U_{\phi_0} - U_{\phi_01}) - U_{\phi_01} (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})}{2U_{\pi} (U_{\phi_0} - U_{\phi_01})^2} \right] g_1}{2U_{\pi} (U_{\phi_0} - U_{\phi_01})^2} ; \\
 \frac{\partial g}{\partial U_{\phi_01}} &= \left(\frac{3U_{\phi_0}^2}{U_{\pi}^2} - \frac{3U_{\phi_0}^2}{(U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2} - 1 \right) \frac{(U_{\pi} U_{\phi_0} - \sqrt{3}U_{\phi_0}^2) g_1}{2U_{\pi} (U_{\phi_0} - U_{\phi_01})^2} ; \\
 \frac{\partial g}{\partial g_1} &= \left(\frac{3U_{\phi_0}^2}{U_{\pi}^2} - \frac{3U_{\phi_0}^2}{(U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2} - 1 \right) \frac{U_{\phi_01} (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})}{2U_{\pi} (U_{\phi_0} - U_{\phi_01})^2} ; \\
 \frac{\partial g}{\partial g_0} &= \frac{U_{\phi_0}^4 - 2U_{\phi_0} U_{\phi_0}^2 + 2U_{\phi_0}^3 U_{\phi_0} - U_{\phi_0}^2 U_{\phi_0}^2 - U_{\phi_0}^4}{2U_{\phi_0}^2 (U_{\phi_0} - U_{\phi_0})^2} .
 \end{aligned} \tag{4}$$

Определяем случайную относительную среднеквадратичную погрешность активной проводимости изоляции фаз относительно земли в несимметричной электрической сети, путем решения уравнения (2), подставив в него значения частных производных уравнения (4) и значения частных абсолютных погрешностей (3), при этом полагая, что $\Delta U_{*} = \Delta R_{*}^{-1} = \Delta$.

Тогда получим

$$\varepsilon_g = \sqrt{ \left[\frac{U_{\phi_01}}{(U_{\phi_0} - U_{\phi_01})} \right]^2 + \frac{\left[\frac{[(U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^3 - U_{\pi}^3] 6U_{\phi_0}^2 (U_{\phi_0} - U_{\phi_01}) - U_{\phi_01} [3U_{\phi_0}^2 (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2 - 3U_{\phi_0}^2 U_{\pi}^2 - U_{\pi}^2 (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2] \times [\sqrt{3}(U_{\phi_0} - U_{\phi_01}) - (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})]}{(U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})(U_{\phi_0} - U_{\phi_01}) [3U_{\phi_0}^2 \times (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2 - 3U_{\phi_0}^2 U_{\pi}^2 - U_{\pi}^2 (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2]} \right]^2}{(U_{\phi_0} - U_{\phi_01})^2} + 1 + \left[\frac{6U_{\phi_0}^2 [U_{\pi}^3 - (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^3] + \sqrt{3}U_{\phi_01} [3U_{\phi_0}^2 \times (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2 - 3U_{\phi_0}^2 U_{\pi}^2 - U_{\pi}^2 (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2]}{(U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0}) [3U_{\phi_0}^2 (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2 - 3U_{\phi_0}^2 U_{\pi}^2 - U_{\pi}^2 (U_{\pi} - \sqrt{3}U_{\phi_0})^2]} \right]^2 } \tag{5}$$

Уравнение (5) выразим в относительных единицах:

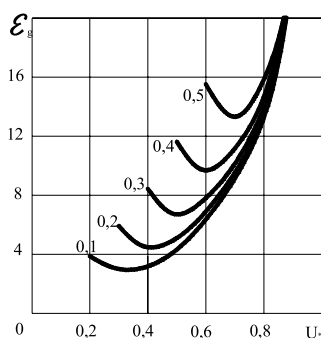
$$\varepsilon_g = \sqrt{\left[\frac{U_*}{(U_* - U_{*1})} \right]^2 + \frac{\left[\begin{aligned} & [(1-U_*)^3 - 1]2U_*^2(U_* - U_{*1}) - \\ & 3[-U_*[(U_* - 1)^3(U_* + 1) - U_*^2] \cdot \\ & \cdot [(U_* - U_{*1}) - (1-U_*)] \end{aligned} \right]^2}{\{1-U_*(U_* - U_{*1})[(U_* - 1)^3(U_* + 1) - U_*^2]\}^2}} + 1 + \sqrt{\left[\frac{2U_*^2[1 - (1-U_*)^3] + U_*[(U_* - 1)^3(U_* + 1) - U_*^2]}{(1-U_*)[(U_* - 1)^3(U_* + 1) - U_*^2]} \right]^2}}$$

где $U_* = \frac{U_{\text{фо}}}{U_{\text{л}}}$; $U_{*1} = \frac{U_{\text{фо1}}}{U_{\text{л}}}$.

На основе полученных математических уравнений случайных относительных среднеквадратичных погрешностей определения активной проводимости изоляции фаз электрической сети относительно земли строим зависимости изменения погрешности от функций изменения напряжения и от величины вводимой активной дополнительной проводимости, при использовании измерительных приборов с классом точности 0,5 (рис.1):

$$\varepsilon_g = \frac{\Delta g_*}{\Delta} = f(U_*, U_{*1})$$

Математические зависимости относительных среднеквадратичных погрешностей активной проводимостей изоляции фаз электрической сети с изолированной нейтралью (рис. 1) характеризуют изменение погрешности в зависимости от величины активной дополнительной проводимости g_1 , которая вводится между фазой электрической сети и землей.



$$U_{*1} = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5$$

Рисунок 1 – Относительные среднеквадратичные погрешности определения активной проводимости изоляции сети напряжением до 1000 В.

При определении активной проводимости изоляции фаз электрической сети относительно земли, (рис. 1) подбирается активная дополнительная проводимость g_1 , чтобы $U_* = 0,2 - 0,8$, при $U_{*1} = 0,1 - 0,5$, тогда погрешность не превышает 20,0 % при использовании измерительных приборов кл. точности 1.0.

Следует отметить, что при использовании измерительных приборов с кл. точности 0.5, погрешности определения ϵ_g – активной проводимости изоляции уменьшается в два раза, что позволяет получить более достоверные данные при определении параметров изоляции по разработанным методам.

Разработанный метод определения активной проводимости изоляции сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В обеспечивает удовлетворительную точность при определении параметров изоляции, а также простоту и безопасность производства работ в действующих электроустановках напряжением до 1000 В

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайдель А.Н. Элементарные оценки ошибок измерений. – 3-е изд. – Ленинград: Наука, 1968, с. 97.

Түйіндеме

Осы жұмыста электротехника теориялық негіздердің және негізгі жайларының теория қателері бойынша кернеуі 1000 В дейін бейтарабы оқшауланған симметриялық емес торапта оқшаулама активті өткізгіштік анықтау әдісінің қателік талдауы көрсетілген. Бұл әдіс оқшаулама параметрін анықтау кезінде қанағаттанарлық дәлдігін қамсыздандырады, қарапайымдылығын және кернеуі 1000 В дейін әрекеттегі электрқондырғыларда жұмыстарды жүргізу қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Resume

In work made analysis of inaccuracy of developing method of determination of active conductivity to insulation in asymmetrical network with insulated neutral by the voltage before 1000 V with using the main positions of theory of mistakes and theoretical основ electrical engineering. According to tinned data a method ensures satisfactory accuracy at determination of parameters to insulation, as well as simplicity and safety of construction in acting electrical installation by voltage before 1000 V

УДК 621.311

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ В СИММЕТРИЧНОЙ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Б.Б. Утегулов, А.Б. Утегулов,
А.Б. Уахитова, Б.М. Бегентаев

*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

Сложные условия работы при эксплуатации горного электрооборудования напряжением до 1000 В в подземных и открытых горных работах отрасли способствуют ухудшению состояния изоляции сети. Анализ аварийных ситуаций также показывает, что большее количество всех отключений и связанных с этим перерывов электроснабжения возникают из-за ухудшения состояния изоляции. Снижение уровня сопротивления изоляции электрической сети зачастую приводит к пробое изоляции, таким образом, возрастает вероятность поражения обслуживающего персонала электрическим током, что в свою очередь способствует ухудшению уровня электробезопасности при эксплуатации электроустановок в рудничных электрических сетях.

Для проведения экспериментальных исследований в сетях напряжением до 1000 В, необходимо использовать метод определения параметров изоляции в трехфазной симметричной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В. Разработанный метод основан на измерение величин модулей линейного напряжения

– U_{ϵ} и напряжения фаз $U_{\hat{A}}$, $U_{\hat{B}}$, $U_{\hat{C}}$ относительно земли после подключения активной дополнительной проводимости g_1 между фазой А электрической сети и землей.

Для реализации метода разработана методика экспериментального исследования состояния изоляции в симметричной сети напряжением до 1000 В, которая поясняется схемой электрической принципиальной представленной на рисунке 1.

Схема электрическая принципиальная исследования параметров изоляции в сети напряжением до 1000 В, представлена на рисунке 1, и содержит: исследуемую трехфазную электрическую сеть с изолированной нейтралью, с фазами А, В и С; вольтметр PV1, измеряющий величину модуля линейного напряжения; вольтметр PV2, измеряющий величину модуля напряжения фазы А относительно земли при подключении дополнительной проводимости между фазой А электрической сети и землей; вольтметры PV3 и PV4, измеряющие величины модулей напряжения фазы В и С относительно земли; QF – выключатель нагрузки, коммутирующий активную дополнительную проводимость между одной из фаз сети и землей; активная дополнительная проводимость, подключа-

емая между одной из фаз сети и землей; емкостные проводимости изоляции сети b_{λ} , $b_{\hat{A}}$, $b_{\hat{N}}$; активные проводимости изоляции сети $g_{\hat{A}}$, $g_{\hat{A}}$, $g_{\hat{N}}$.

Для измерений величин модуля напряжения использован вольтметр Э-515 с кл. точности 0,5 и с пределами измерения напряжения $U = 0 \div 500$ В.

В качестве активной дополнительной проводимости использованы сопротивления типа ПЭ-200 с номинальной величиной $R = 1000$ Ом.

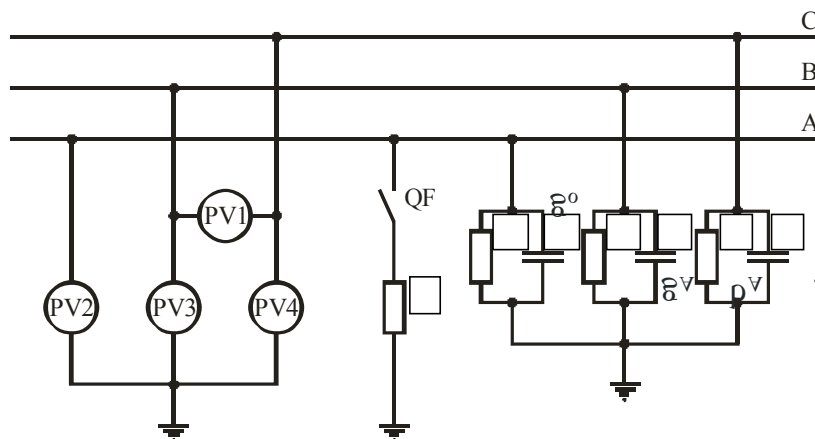


Рисунок 1 - Схема электрическая принципиальная исследования параметров изоляции в сети напряжением до 1000 В

Путем параллельно-последовательного соединения сопротивления ПЭ-200 мощность рассеивания составила 1,0 кВт, при этом для дополнительной проводимости определения параметров изоляции задана величина $R_1 = 1000$ Ом.

Экспериментальные исследования состояния изоляции в трехфазной симметричной сети напряжением до 1000 В проводятся по следующей программе.

- 1 Выбираются резервные ячейки выключателя нагрузки.
- 2 Проводится опробование на работоспособность выключателя нагрузки QF.
- 3 После проверки на работоспособность выключателя нагрузки QF производится подготовка цепей подключения дополнительной проводимости g_1 .
- 4 К фазе А выключателя нагрузки QF подключается активная дополнительная проводимость, по которой определяются параметры изоляции фаз относительно земли.
- 5 В исследуемой сети, проверяется наличие показаний измерительных приборов.
- 6 После проверки исследуемой сети на наличие показаний измерительных приборов подключаются измерительные приборы PV1, PV2, PV3 и PV4, измеряющие величины модулей линейного напряжения и напряжения фаз А, В, С относительно земли.
- 7 После проведения работ по пунктам 4 и 6 производится регистрация значений измерительных приборов, которые подключены для проведения экспериментального исследования.

- 8 После проведения работ по пункту 7 выключателем нагрузки QF1 подключается активная дополнительная проводимость, вольтметрами PV1, PV2, PV3 и PV4, проводится измерение величин модулей линейного напряжения и напряжения фаз А, В, С относительно земли.
- 9 После проведения работ по пункту 8 производится отключение выключателя нагрузки QF и подготавливается схема для выполнения повторной работы по пункту 8.

С интервалом времени в 0,5 часа поочередно производятся работы по пунктам 7 ÷ 9. После проведения работ с интервалом времени 0,5 часа и количеством измерений $n = 8$ производится восстановление силовых цепей ячейки выключателя нагрузки QF и измерительных цепей.

По измеренным величинам модулей линейного напряжения и напряжения фаз относительно земли после подключения активной дополнительной проводимости между фазой А электрической сети и землей, а также с учетом величины активной дополнительной проводимости, определяются полная, емкостная и активная проводимости изоляции сети относительно земли по математическим зависимостям:

– полная проводимость изоляции электрической сети

$$y = \frac{\sqrt{3}U_A}{\sqrt{U_{\text{с}}^2 + 3U_A^2 - \sqrt{3[4U_{\text{с}}^2U_A^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}} g_0,$$

– емкостная проводимость изоляции электрической сети

$$b = \frac{U_C^2 - U_B^2}{U_{\text{с}}^2 + 3U_A^2 - \sqrt{3[4U_{\text{с}}^2U_A^2 - (U_C^2 - U_B^2)^2]}}} g_0,$$

– активная проводимость изоляции электрической сети

$$g = \sqrt{y^2 - b^2}.$$

На основе полученных результатов определения полной, емкостной и активной проводимостей изоляции фаз электрической сети относительно земли, разрабатываются организационно-технические мероприятия, повышающие надежность системы внутреннего электроснабжения горных предприятий и обеспечивающие рост уровня электробезопасности при эксплуатации горных машин и установок напряжением до 1000 В.

Түйіндеме

Осы жұмыста Тау-кәсіпорындардың кернеуі 1000 В дейінгі торапта оңашалау параметрлерінің анықтама әдістемесі көрсетілген. Кернеуі 1000 В дейінгі Таулы машиналардың қанауы жанында және құрулардың Әдістеме электр қауіпсіздігі деңгейі осы шегі жоғарылауына бағытталған.

Resume

In work presented strategy of determination parameters of insulating to network by the voltage before 1000 V mountain enterprises, which directed on increasing of growing of level electrical safety at usages of mountain machines and installation by the voltage before 1000 V.

НАШИ АВТОРЫ

Амурғалинов Самат Токтамысович - соискатель кафедры “Электроэнергетика”, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Арынгазин Капар Шаимович - к.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология продовольственных продуктов и защита окружающей среды», Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Аяпбергенов К.М. - д.т.н., профессор, Казахский агротехнический университет, г. Астана.

Бегентаев Бағустар Мухаметрахимович - соискатель кафедры “Электроэнергетика”, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Волошин И.Н. - д.т.н., профессор, Казахский агротехнический университет г. Астана

Данилов Василий Иванович – к.т.н., профессор кафедры «Транспортное строительство и профессиональное обучение», Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Данилова Мина Эмануиловна – доцент кафедры «Транспортное строительство и профессиональное обучение», Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Едылбаева Асель Маратовна - магистрант, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Ельмуратова Анна Федоровна - к.тех.н. доцент, профессор, директор департамента науки, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Ельмуратов Сембай Кайкенович - д.тех.н., профессор Павлодарский государственный университет им.С.Торайгырова.

Жапаргазина Кульшат Хайрулаевна - к.х.н. доцент, зав кафедрой, кафедра «Химии и химических технологий» Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Жумалин Серик Жолатович – магистрант, кафедра «Химии и химических технологий», Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Жанкуанышев Мартебе Куттыкяулы- соискатель кафедры “Электроэнергетика”, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Жумалина Алия Жолатовна – ассистент, кафедра «Технология продовольственных продуктов и защита окружающей среды», Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Каскирбаев Кабидулла Кыстаубаевич -ст.преподаватель кафедры ТСиПО, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Козионов Валерий Александрович – к.тех.н., профессор кафедры «Транспортное строительство и профессиональное обучение», зам.декана по УР Архитектурно – строительного факультета, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Корниенко Павел Васильевич - к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Кошкин И.В. - Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, г. Костанай.

Кудерин Марат Крыкбаевич – д.тех.н., профессор, декан Архитектурно-строительного факультета, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Кудрышова Баян Чакеновна - к.т.н., доцент кафедры «Транспортное строительство и профессиональное обучение», Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Мажимова Меруерт Бериковна - магистрант, мастер ПО кафедры «ТП-ПиЗОС», Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Макушев Ю.П. - инженер, Сибирская государственная автомобильно - дорожная академия, г. Омск.

Михайлова Лариса Юрьевна – инженер, Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, г. Омск.

Сагинаева Алия Сапаргалиевна – магистр технологии продовольственных продуктов, кафедра «Технология продовольственных продуктов и защита окружающей среды» – ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Саканов Куандык Темирович - к.т.н., профессор зав.кафедрой ТСиПО, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар.

Ставрова Ирина Владимировна - бакалавр транспорта, магистрант, мастер производственного обучения, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар

Смаилова Бахытгуль Оразиевна - к.т.н., доцент кафедры «Транспортное строительство и профессиональное обучение», Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Станевич Виктор Тадеушевич – к.т.н., доцент кафедры «Транспортное строительство и профессиональное обучение», Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Станевич Ольга Викторовна – студентка гр. Стр-202, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Таттибаева Дамира Бахтияровна – магистр технологии продовольственных продуктов, ст. преподаватель, Алматинский технологический университет, г. Алматы.

Тлеуов Асхат Халелович - Казахский агротехнический университет г. Астана.

Уахитова Айгуль Ботановна - к.тех.н., доцент кафедры “Электроэнергетика”, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Утегулов Арман Болатбекович - к.т.н., доцент кафедры “Электроэнергетика”, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Утегулов Болатбек Бахитжанович - д.т.н., профессор кафедры “Электроэнергетика”, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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 (’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 Суг (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), заглавные, жирные, абзац центрованный;

– инициалы и фамилия(-и) автора(-ов), полное название учреждения: кегель – 12 пунктов, гарнитура – Arial (для русского,

английского и немецкого языков), KZ Arial (для казахского языка), абзац центрованный;

– 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 transmisson–Line Modelling (TML) Metod, 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 подрисуночные надписи к ним предоставляют 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:

140008, Республика Казахстан,
г.Павлодар, ул. Ломова 64,

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова,
«Научный издательский центр ПГУ».

Тел. (3182) 45-11-23, 67-36-69,
факс: (3182) 45-11-23.

E-mail: publish@psu.kz

Басуға 16.03.2010 ж. қол қойылды.
Форматы 297*420/2. Кітап-журнал қағазы.
Көлемі шартты 5,32 б.т. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген М.А. Ескожинова
Корректорлар: Г.Т. Ежиханова, Б.В. Нұрғожина
Тапсырыс № 1172

«КЕРЕКУ» баспасы
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, г. Павлодар, ул. Ломова, 64, каб. 137
67-36-69
E-mail: publish@psu.kz