7universum.com

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал
Издается ежемесячно с декабря 2013 года
Является печатной версией сетевого журнала
Universum: технические науки

Выпуск: 2(83)

Февраль 2021

Часть 4

Москва
2021

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Горбачевский Евгений Викторович, канд. техн. наук;

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

Звезда Марина Юрьевна, д-р. физ.-мат. наук;

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд.техн. наук;

Мерганов Аваз Мирсултанович, канд.техн. наук;

Усманов Хайрулла Сайдуллаевич, канд.техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

Юденков Алексей Витальевич, д-р физ.-мат. наук;

Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 2(83). Часть 4. М., Изд. «МЦНО», 2021. – 40 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/283>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-4

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание

Энергетика	4
СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБВОДНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ СКВАЖИН С ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТЬЮ Акрамов Бахшилло Шафиевич Ахмедов Мирзоанвар Мохиджонович Уринов Собиржон Насиллоевич Нуритдинов Жалолиддин Фазлиддин угли	4
ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ, ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ Узбоев Мафтун Дусиярович Файзиев Зафар Хайдарович	8
АНАЛИЗ РАСЧЕТА СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ В ПРОГРАММЕ MULTISIM Холиддинов Илхомбек Хосилжонович Комолиддинов Сохибжон Солижон угли Туйчиев Зафаржон Зокирович	11
СОБСТВЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ КУСОЧНО-ОДНОРОДНЫХ СФЕРИЧЕСКИХ ТЕЛ С УЧЕТОМ ВОЛНОВОГО УНОСА ЭНЕРГИИ Гайбулаев Зайниддин Хайриевич Азизов Бахтиёр Абдувохидович	16
Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение	21
НИТРОЦЕМЕНТАЦИЯ ИГОЛЬЧАТЫХ ЗВЕЗДОЧЕК ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ И ИХ ПОСЛЕДУЮЩАЯ ЗАКАЛКА И НИЗКИЙ ОТПУСК Тилабов Баходир Курбанович Нормуродов Улугбек Эркинович	21
Papers in english	25
Engineering geometry and computer graphics	25
TO THE ISSUE OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF STATIC CHARACTERISTICS OF REED SWITCH CONVERTER Alisher Mamadjonov Nozima Juraeva	25
Metallurgy and materials science	29
HEAT-CONDUCTING PROPERTIES OF POLYMERIC MATERIALS Rano Yusupova Asadillo Umarov Go'zaloy Mirzaxonova	29
Building and architecture	32
NUMERICAL MODELING OF THE OPERATION OF BORED INJECTION PILES TO ASSESS THEIR BEARING CAPACITY Badaulet Tassilov Zhanna Zhambakina	32
Chemical technology	36
DEVELOPMENT OF EFFECTIVE DEMULSIFIERS ON THE BASIS OF LOCAL RAW MATERIALS Ilkhom Abdirakhimov	36

ЭНЕРГЕТИКА

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-4.4-7

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБВОДНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ СКВАЖИН
С ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТЬЮ**Акрамов Бахшилло Шафиевич**

канд. техн. наук,
проф. отделения разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений,
филиала Российского Государственного университета нефти и газа
им. И.М. Губкина в городе Ташкент,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: akramov_bahsh@mail.ru

Ахмедов Мирзоанвар Мохиджонович

ст. преподаватель
отделения разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений
филиала Российского Государственного университета нефти и газа
им. И.М. Губкина в городе Ташкент,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Уринов Собиржон Насиллоевич

ст. преподаватель
отделения разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений,
филиала Российского Государственного университета нефти и газа
им. И.М. Губкина в городе Ташкент,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Нуритдинов Жалолiddин Фазлиддин угли

младший научный сотрудник
лаборатории «Нефтегазоносность орогенных регионов»
АО «ИГИРНИГМ»,
Республика Ташкент, Узбекистан
E-mail: jnuritdinov13@mail.ru

SPECIFIC FEATURES OF WATER CUT IN WELLS WITH HIGH-VISCOSITY OIL

Bakhshillo Akramov

PhD, Professor of the department of development of oil, gas and gas condensate fields
of the branch of the Russian federation university of oil and gas named after I.M. Gubkin in Tashkent
Uzbekistan, Tashkent

Mirzoanvar Akhmedov

Senior lecturer of the department of development of oil, gas and gas condensate fields
of the branch of the Russian federation university of oil and gas named after I.M. Gubkin in Tashkent
Uzbekistan, Tashkent

Sobir Urinov

Senior lecturer of the department of development of oil, gas and gas condensate fields
of the branch of the Russian federation university of oil and gas named after I.M. Gubkin in Tashkent
Uzbekistan, Tashkent

Jaloliddin Nuritdinov

Junior researcher
of the laboratory "Oil and gas potential of orogenic regions" of JSC "IGIRNIGM"
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены условия обводнения скважин при эксплуатации месторождений с высоковязкой нефтью. Результаты исследований сопоставлены с теоретическими исследованиями. Показано влияние плотности сетки скважин на процесс обводнения. Отмечено, что наличие плотной сетки несколько задерживает преждевременное обводнение а затягивание разбуривания отрицательно влияет на дренирование залежей и способствует быстрому затоплению залежи водой.

Показано, что даже небольшая мощность водоносного прослоя существенно сказывается на обводненности скважин. Специфическими условиями обусловлены условия разработки месторождений высоковязких нефтей длительным временем эксплуатации при обводненности порядка 80-90 % и более.

ABSTRACT

The article discusses the conditions for watering wells during the operation of fields with high-viscosity oil. Research results are compared with theoretical studies shows the influence of the density of the wells pattern on the watering process. It was noted that the presence of a dense grid somewhat delays the premature watering and the delay in drilling has a negative effect on the drainage of the deposits and contributes to the rapid flooding of the deposit with water. It is shown that even a small thickness of the water-bearing layer significantly affects the water cut of the wells. Specific conditions determine the conditions for the development of high-viscosity oil fields with a long operating time with a water cut of about 80-90 percent or more.

Ключевые слова: скважина, нефтенасыщенная толщина, водонасыщенная толщина, обводнение, высоковязкая нефть, соотношение вязкостей.

Keywords: well, oil-saturated thickness, water-saturated thickness, water cut, high-viscosity oil, viscosity ratio

При разработке нефтяных месторождений в условиях водонапорного режима обводнение эксплуатационных скважин является неизбежным процессом. Для залежей с высоковязкими нефтями безводный период эксплуатации скважин непродолжительный. В период водной эксплуатации из скважин и залежей вместе с нефтью извлекается огромное количество воды, что является одной из специфических особенностей разработки залежей с высоковязкой нефтью. С момента появления воды в скважинах начинаются основные трудности их эксплуатации. Скважины прекращают фонтанировать, вода оседает на забое, изменяется продуктивность скважин, усиливается отложение парафина и солей, происходит коррозия оборудования и ряд других условий в результате которых эксплуатация скважин осложняется [1].

В свете сказанного изучение характера обводнения скважин и залежей, особенно при условии наличия аномальных нефтей приобретает весьма важное значение.

Как известно, основными источниками обводнения нефтяных залежей являются контурные или подошвенные воды, воды промежуточных пропластков и закачиваемая в пласт вода. Обводнение может происходить также вследствие перетока воды из смежных горизонтов через так называемые литологические окна, поступления воды по тектоническим разрывам, проникновения воды из других горизонтов, из-за некачественного цементажа скважин и др. Интенсивность обводнения нефтяных скважин и залежей зависит от коллекторских свойств слагаемых пласт пород, физико-химических свойств жидкостей и применяемой системы разработки.

Залежи, содержащие нефть повышенной вязкости, обводняются быстрее, нежели маловязкие. Графики разработки залежей с высоковязкой нефтью свидетельствуют о разработке их при относительно высокой обводненности. На характер обводнения существенное влияние оказывает соотношения вязкостей нефти и воды, а также параметры сетки скважин, особенно

при больших соотношениях вязкости нефти и воды $\frac{\mu_n}{\mu_b}$.

Теоретические исследования М.Л. Сургучева показали, что при редкой сетке добывается больше воды и меньше нефти. Аналогичный результат следует из лабораторных исследований А.Г. Ковалева.

Э.М. Халимов и А.Г. Резванов исследуя этот вопрос по Шкаповскому и Туймазинскому месторождениям, приходят к выводу, что число эксплуатационных скважин существенно влияет на обводненность добываемой нефти. Чем плотнее сетка, тем с меньшей обводненностью добывается нефть, причем чем больше вязкость нефти, тем больше проявляется зависимость между плотностью сетки скважин и обводненностью. Наличие плотной сетки несколько задерживает преждевременное обводнение залежей и благоприятно влияет на отбор нефти. Поэтому одним из условий правильной разработки залежей является быстрое разбуривание и ввод их в эксплуатацию. Затягивание разбуривания отрицательно влияет на дренирование залежей и способствует быстрому затоплению залежей водой. Как видно, влияние параметров сетки скважин на обводнение залежей существенное. Поэтому, своевременным уплотнением сетки в некоторых случаях можно повлиять не только на нефтеотдачу, но и на обводненность добываемой жидкости.

Исследования показали, что по мере снижения нефтенасыщенной мощности обводненность скважин растет и отмечается существенное влияние мощности водоносного прослоя на обводненность скважины особенно при больших вязкостях нефти.

Начальная обводненность скважин после ввода ее в эксплуатацию определена по формуле:

$$\alpha = \frac{h_b}{h_n} \cdot \frac{\mu_n}{\mu_b} \cdot \left(\frac{1}{1 + \frac{h_b \mu_n}{h_n \mu_b}} \right) \quad (1)$$

где h_n, h_b соответственно нефтенасыщенная и водонасыщенная мощности;

μ_n - μ_v соответственно вязкость нефти и воды

Так, например, при $h_n = 6$ м; $h_v = 4$ м м; $h_{общ} = 10$ м м и при соотношения вязкости нефти и воды $\frac{\mu_n}{\mu_v} = 100$ обводненность составляет 98%, т.е скважина будет давать практически чистую воду с пленкой нефти, несмотря на то, что ею вскрыт нефтяной прослой толщиной 6 метров. Высокая обводненность скважины может ввести в заблуждение промысловых работников, а именно, они могут сделать

вывод о том, что либо скважина попала за пределы нефтеносной зоны, либо вскрыта обводненная зона. Наличие даже небольшой мощности водоносного прослоя в рассматриваемом случае существенно сказывается на обводненности скважины.

В таблице 1 приведены расчеты обводненности скважины для различных $\mu_0 = \frac{\mu_n}{\mu_v}$ и $\frac{h_v}{h_n}$.

Таблица 1.

Расчеты обводненности скважины для различных $\mu_0 = \frac{\mu_n}{\mu_v}$ и $\frac{h_v}{h_n}$

$\frac{h_v}{h_n} \backslash \frac{\mu_n}{\mu_v}$	1	10	50	100	200
1,0	50,0	90,8	98,1	99,0	99,0
0,5	35,4	83,4	96,1	95,0	99,0
0,1	9,0	50,0	83,3	90,9	95,2

Из данных таблицы вытекает ряд интересных выводов:

- судя по данным таблицы при $\mu_0 > 10$ изменение в широких пределах отношения мощностей $\frac{h_v}{h_n}$ и вязкостей μ_0 сравнительно мало влияет на обводненность скважин;

- при прочих равных условиях эксплуатация скважин при наличии вязких нефтей происходит при сравнительно высокой обводненности их. Так, например, при $\mu_0 = 50$ и изменении $\frac{h_v}{h_n}$ в пределах 0,1 обводненность скважин изменяется в пределах 83,3-98,1%, а при $\mu_0 = 100$ и 200 обводненность скважины соответственно составляет 90,9 и 95,2%.

Наличие небольшого водоносного прослоя в продуктивной части резко влияет на обводненность добываемой жидкости. Этот пример приводит к важному выводу - высокая обводненность скважин

для случая высоковязких нефтей отнюдь не говорит о полной выработке залежи, а в случае разведочных скважин (при их опробовании) о ее непродуктивности. Это обстоятельство необходимо иметь ввиду на практике, т.к. оно может привести к ложным выводам.

Приведенные выше теоретические положения полностью подтверждаются практикой эксплуатации скважин месторождений Сурхандарьинского района Республики Узбекистан, где эксплуатация подавляющего числа их после затопления высокопроницаемых прослоев залежей происходит при высокой обводненности порядка 80-90% и более. Причем обводненность их в течение длительного времени остается величиной постоянной.

При эксплуатации нефтяных скважин происходит как общее продвижение контура краевых вод к сводовой части структуры, так и подсосывание отдельных водяных языков к забоям интенсивно работающих скважин.

Список литературы:

1. Акрамов Б.Ш., Нуритдинов Ж.Ф. Вопросы прогнозирования показателей разработки на месторождении Чимион. Научный журнал «GLOBUS» мультидисциплинарный сборник научных публикаций. «Достижения и проблемы современной науки» выпуск № 5 (51), г. Санкт-Петербург, июнь 2020г.
2. Акрамов Б.Ш., Наубеев Т.Х., И.Я.Сапашов, Санетуллаев Е.Е. Прогнозирование показателей разработки по характеристикам вытеснения нефти водой. Научно-теоретический журнал «Universum» 2016 г.
3. Акрамов Б.Ш., Хайтов О.Г., Жарыкбаев К.Н. Экспериментальное исследование химического выщелачивания нефти при нефтеносных пластов. Журнал «Горный журнал» №4, 2010 г., г.Екатеринбург.
4. Акрамов Б.Ш., Хайтов О.Г., Табылганов М.А. Методы уточнения начальных и остаточных запасов нефти по данным разработки на поздней стадии. Журнал «Горный журнал» №2, 2010 г., г.Екатеринбург.
5. Акрамов Б.Ш. Хайтов О.Г., Нуритдинов Ж.Ф., Мирзакулова М.Н. Инновации в разработке месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума «Наука и инновации-современные концепции» том 1 Москва 2019 Стр 139-142
6. Акрамов Б.Ш. Умедов Ш.Х., Нуритдинов Ж.Ф. Инновационные методы повышения нефтеотдачи пластов. Международный научно-исследовательский журнал, том № 3, Евразийский союз ученых (ЕСУ), Ежемесячный научный журнал № 1(70)/ 2020, г.Москва, РФ.
7. Акрамов Б.Ш., Хайтов О.Г. Нефть ва газни тозалаш асбоб ускуналари. Укув кулланма. Ташкент. 103 с.

8. Акрамов Б.Ш., Умедов Ш.Х., Мирсаатова Ш.Х. Вскрытие продуктивного пласта с применением пен Журнал «Технологии нефти и газа» №4, 2017г Москва с. 35.
9. Акрамов Б.Ш., Хайтов О.Г., Нуриддинов Ж.Ф. Паротепловые методы повышения нефтеотдачи пластов Журнал «Вестник ТГТУ» №2 2017 с. 150.
10. Акрамов Б.Ш., Умедов Ш.Х., Нуриддинов Ж.Ф. Влияние гидродинамического несовершенства на производительность скважин. Научный журнал «GLOBUS» мультидисциплинарный сборник научных публикаций. «Достижения и проблемы современной науки» выпуск № 5 (51), г. Санкт-Петербург, июнь 2020 г.
11. Акрамов Б.Ш., Умедов Ш.Х., Хайитов О.Г., Нуриддинов Ж.Ф., Мирзакулова М.Н. Использование промысловых данных для определения запасов нефти залежей, разрабатываемых при водонапорном режиме. Журнал « Проблемы современной науки и образования», Москва № 10 (143) с. 15.
12. Акрамов Б.Ш., Нуриддинов Ж.Ф. Вопросы прогнозирования показателей разработки на месторождении Чимион. Научный журнал «GLOBUS» мультидисциплинарный сборник научных публикаций. «Достижения и проблемы современной науки» выпуск № 5 (51), г. Санкт-Петербург, июнь 2020 г.
13. Акрамов Б.Ш., Хайитов О.Г. нефт ва газни тозалаш асбоб ускуналари. Укув кулланма Тошкент 2008.
14. Акрамов Б.Ш. некоторые особенности разработки месторождений Сурхандарьи
15. Назаров С.Н., Акрамов Б.Ш., Сипачев Н.В., Посевич А.Г., Клеветов В., Сидикходжаев Р.К. К оценке извлекаемых запасов нефти по интегральным кривым отбора нефти и воды. Журнал «Азербайджанское нефтяное хозяйство». №5, 1972.
16. Сазонов Б.Ф., Сургучёв М.Л., Колганов В. Обводнение нефтяных скважин и пластов. — М.: Недра, 1965. — с. 264 с.
17. Сборник материалов по итогам научно-исследовательских работ горнометаллургического факультета ТашПИ за 1969 г. Выпуск 66 б, Ташкент, 1971.
18. Умедов Ш.Х., Хайитов О.Г., Нуриддинов Ж.Ф., Хамроев У., Зияева Н. Инновационная технология разработки нефте газовых залежей. Журнал «Наука техника и образование» №1, 2019.
19. Akramov B.Sh. Khaitov O.G., Nuriddinov J.F. Oil displacement by water in an eleebtric field. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences March-April 2017., p. 20.
20. Akramov B. Sh. Khaitov O.G., Nuriddinov J.F. Oil displacement by water in an electric field Europaische Fachhochschule#11-2015 p. 38.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-4.8-10

**ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ, ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ****Узбоев Мафтун Дусиярович**

преподаватель,
Самаркандский государственный архитектурно - строительный института,
Республика Узбекистан, г. Самарканд

Файзиев Зафар Хайдарович

исследователь,
Самаркандский государственный архитектурно - строительный института,
Республика Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: bender.zar@gmail.com

SAVE ENERGY, EFFICIENT USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES**Maftun Uzboev**

Lecturer,
Samarkand State Architectural and Civil Engineering Institute,
Republic of Uzbekistan, Samarkand

Zafar Fayziev

Researcher,
Samarkand State Architectural and Civil Engineering Institute,
Republic of Uzbekistan, Samarkand

АННОТАЦИЯ

В этой работе упор делается на категорию жесткой экономии, поскольку она не создает рисков, препятствий и проблем для эффективного использования всех ресурсов для человечества. В сегодняшнем мире растущих потребностей, ограниченных экономических ресурсов, кризисов, конкуренции и жестокости эта концепция актуальна, и последствия любого нарушения ее реализации немедленно известны всем.

ABSTRACT

This work focuses on the category of austerity, as it does not create risks, obstacles and challenges for the efficient use of all resources for humanity. In today's world of growing needs, limited economic resources, crises, competition and brutality, this concept is relevant, and the consequences of any violation of its implementation are immediately known to everyone.

Ключевые слова: экономических ресурсов, энергия ископаемого топлива, химическая энергия, энергия воды в реках, энергия ветра и ядерная энергия, электроэнергия, источников энергии.

Keywords: economic resources, fossil fuel energy, chemical energy, river water energy, wind and nuclear energy, electricity, energy sources.

Введение. С момента создания человечества законы сохранения ресурсов соблюдались в экономической практике в той или иной степени, потому что конкуренция, предложение и погоня за прибылью вынуждали их. Однако категории жесткой экономии уделялось относительно мало внимания, поскольку она не создает для человечества опасностей, препятствий и проблем эффективного использования всех ресурсов. В современном мире постоянно растущих потребностей, ограниченных экономических ресурсов,

кризисов, конкуренции и жестокости эта концепция актуальна, и последствия любого нарушения ее реализации немедленно известны всем. Человеческая жизнь и ее развитие богаты очень сложными, многогранными и чрезвычайно сложными проблемами. В частности, необходимость удовлетворять потребности людей в одежде и пище, жилье и других средствах к существованию, а также нехватка экономических ресурсов будет оставаться насущной проблемой как сейчас, так и в будущем, как и во всех социально-экономических системах. В Узбекистане

вопрос социальных сбережений в связи с проводимыми в стране экономическими реформами стал актуальной задачей. Одно из важных направлений - экономное использование имеющихся экономических ресурсов. Действительно, по мнению исследователей, снизив стоимость товаров народного потребления всего на 1%, можно повысить экономическую эффективность на миллиарды сумов. Растущий и острый характер проблемы жесткой экономии объясняется также тем, что мировые природные ресурсы сокращаются. В частности, по оценкам, к 2500 году человечество израсходует все запасы металлов, включая железную руду на 250 лет, алюминий 570, медь 29, спирт 23, олово 35, свинец 19 лет.

На практике современное поколение также сталкивается с проблемой использования в производстве свинца, олова, цинка, золота, серебра, платины, никеля, вольфрама и меди. В ближайшие годы проблема добычи энергии: нефти, газа, угля может стать отдельной проблемой. Есть много видов природных, экономических и трудовых ресурсов. Если взять использование одного энергоресурса. Сегодня вопрос повышения энергоэффективности, расширения использования экологически чистых, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии становится одной из самых актуальных проблем в мире.

Методы измерения используются, ведь экономия энергоресурсов, эффективное использование возобновляемых источников энергии, наряду с экономией минеральных ресурсов, позволит снизить количество вредных газов, выбрасываемых в атмосферу, улучшить экологическую ситуацию. В росте валового внутреннего продукта важную роль играет снижение себестоимости продукции и, как следствие, стоимости продукции. По мнению международных экспертов, в мире растет интерес к поиску альтернативных и возобновляемых источников энергии и повышению их эффективности, прежде всего за счет использования возобновляемых источников энергии, таких как солнце, ветер и волны. Основная причина этого в том, что спрос на энергию в мировой экономике растет с каждым годом. Более того, запасы традиционных природных ресурсов, таких как природный газ, нефть и уголь, резко сокращаются, что затрудняет разработку новых источников. Не секрет, что сегодня у страны с энергоресурсами есть возможность не только получать неограниченный доход, но и увеличивать свое положение и влияние на международной арене. Второй абзац Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан акцентирует внимание на приоритетах экономического развития и либерализации, сокращении потребления энергии и ресурсов в экономике, повсеместном внедрении энергосберегающих технологий, расширении использования возобновляемых источников энергии. Еще одна экономическая связь, которую следует здесь отметить, заключается в том, что экономия энергии на 1,0% обеспечит увеличение ВВП на 0,35%. Это можно объяснить тем, что стоимость энергоресурсов при росте производства в два-три раза ниже капитальных вложений в другие отрасли.

В то же время в своем обращении к Олий Мажлису Президент Республики Узбекистан Ш. Мирзиёев сказал: «К сожалению, наши линии электропередачи устарели. В результате 15-20% электроэнергии теряется в сети, не доходя до потребителей. По оценкам экспертов Всемирного банка, потребление энергии на душу населения в Узбекистане в 2-3,5 раза превышает ВВП, что в 5-6 раз выше, чем в Южной Корее и Западной Европе. Еще один аспект, связанный с энергосбережением, - это экологический аспект. Большинство развитых стран сосредотачиваются на сокращении добычи газа из-за снижения энергоемкости. Согласно экологической политике Европарламента, к 2020 году он должен сократить количество газов, вызывающих загрязнение воздуха, на 20,0%. С этой целью особое внимание уделяется использованию современных энергосберегающих технологий. При этом суммой научной, практической, информационной деятельности государственных органов, физических и юридических лиц является снижение затрат на добычу, переработку, транспортировку, хранение, производство и использование топливно-энергетических ресурсов.

- переход на энергосберегающие технологии в производстве, повышение уровня организации производства, снижение энергозатрат в продукции;

- переход на более энергоэффективную технику;

- Улучшение энергетической структуры. В Республике Узбекистан законодательный акцент на повышение энергоэффективности предприятий побуждает их работать в этом направлении.

Это, в свою очередь, требует больших инвестиций для глубокой модернизации и технологической замены этих предприятий. Текущие низкие тарифы на электроэнергию в Республике Узбекистан являются препятствием, а не стимулом для замены технологий, обеспечивающих это потребление энергии. В этой связи Президент Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиёев отметил следующее:

«Конечно, все мы понимаем, что низкие цены на базовые энергоресурсы в нашей стране не оправдывают себя в рыночной экономике. Например, в Узбекистане стоимость 1 мегаватт - часа электроэнергии для населения и промышленных предприятий составляет 25 27 долларов США. В Германии цена составляет 332 доллара для населения и 144 доллара для бизнеса. В России это 47 и 51 доллар соответственно, а в Индии 68 и 87 долларов соответственно. Цена 1000 кубометров природного газа в Узбекистане составляет 32,9 доллара, в Швеции - 1552 доллара, в Португалии - более 1132 долларов, в Италии - 1045, в Германии - более 785 долларов, а в Великобритании - более 770 долларов. Это более 83 долларов в России и более 45 долларов в Казахстане»

Получается, что цена на энергоресурсы и природный газ у нас для производителей и других потребителей в несколько раз дешевле, чем в развитых странах. Однако из-за низкого уровня рационального использования ресурсов сложно добиться снижения себестоимости продукции, увеличения объемов выпускаемой продукции. Эта ситуация требует повышения цен на природный газ и электроэнергию,

чтобы побудить потребителей к экономии. Принимая во внимание эффективное использование энергоресурсов, Республика Узбекистан в последние годы работает над внедрением системы «зеленой экономики» в промышленности, повышением энергоэффективности в социальной сфере и расширением использования возобновляемых источников энергии, ускорением инновационного развития, рациональным использованием природных ресурсов. В частности, Указ Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии» от 1 марта 2013 года и «О Программе мероприятий по снижению энергопотребления в экономике и социальной сфере на 2015-2019 годы, внедрению энергосберегающих технологий». Решение от 5 мая 2015 г. дало толчок к дальнейшей активизации работы в этом направлении. Эти правила открыли новые возможности для использования нетрадиционных энергетических ресурсов, включая солнечную энергию.

При поддержке Министерства торговли, промышленности и энергетики Республики Корея в ряде регионов Узбекистана, в том числе в Попском районе Наманганской области, построена и введена в эксплуатацию солнечная фотоэлектрическая установка мощностью 130 кВт. Ожидается, что проекты строительства экспериментальной ветроэлектростанции мощностью 750 кВт также увеличат долю альтернативных источников энергии в общем энергетическом секторе страны в будущем. Однако резервы использования возобновляемых источников энергии в регионах страны еще не полностью использованы. В нашей стране большая часть года, то есть 300 дней, солнечная. По оценкам экспертов, его мощность составляет 50 трлн 973 млн тонн условного топлива.

Постановление Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева от 26 мая 2017 года «О Программе мероприятий по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, энергоэффективности в экономике и социальной сфере на 2017-2021 годы» подняло энергоэффективность на новый уровень.

Этот документ важен тем, что направлен на дальнейшее снижение энергоемкости ВВП в 2017-2021 годах, снижение стоимости продукции и расширение использования энергии из возобновляемых источников.

По его словам, приоритетными задачами на ближайшее время являются снижение энергоемкости и ресурсоемкости экономики, повсеместное внедрение энергосберегающих технологий в производство, расширение использования возобновляемых источников энергии, повышение производительности труда. Согласно постановлению, в 2017-2025 годах планируется реализовать 810 проектов на сумму 5,3 миллиарда долларов по развитию возобновляемой энергетики. Согласно целевым параметрам дальнейшего развития возобновляемой энергетики к 2025 году планируется увеличить долю возобновляемых источников энергии в структуре выработки электроэнергии с 12,7% до 19,7%. Планируется увеличить долю гидроэлектростанций с 12,7% до 15,8%, солнечной энергии на 2,3% и энергии ветра на 1,6%. Что касается энергосбережения, внедрение современных энергосберегающих технологий в социальной и сельскохозяйственной сферах позволит сэкономить более 56,5 млн кубометров природного газа и более 807,3 млн кВтч электроэнергии.

Выводы. Будущее экономическое развитие невозможно представить без инновационных технологий. В связи с этим использование альтернативных источников энергии приобретает особое значение. По прогнозам ООН, к 2030 году население Узбекистана достигнет 37 миллионов человек. 2030 году дефицит энергоресурсов в Республике Узбекистан, вероятно, достигнет 65,4% от общего спроса. Отношение потребляемой энергии к экономической или практической производительности труда. На национальном уровне потребление энергии - это общее потребление энергии по отношению к валовому внутреннему продукту или конечному потреблению энергии. Комплекс мер, направленных на экономию и эффективное использование электроэнергии и тепла.

Список литературы:

1. Алтай Н.Н. Об уравнении гидрометрических вертушек и анемометров. В кн.: Ученые записи Башкирского государственного университета. Вып.31, № 3- Уфа, 1968. - С.463-472.
2. Васильев Ю.С., Саморуков И.С., Хлебников С.Н. Основное энергетическое оборудование гидроэлектростанций. Учебное пособие. Изд. СПбГТУ, 2002.
3. Гольденберг Л.М. Импульсные устройства: Учебник для вузов.- М.: Радио и связь. 1981. – 224 с.
4. Данкан Р.Г.Профессиональная работа в MS-DOS: Пер. с англ.-М:Ntop. 1993. -510с.; ил (с. 485-486).
5. Орго В.М.Гидротурбины. Изд. Ленинградского университета. Л.: 1975.
6. Тохтахунов К.А., Муминов М.М., Тухтабоев Н. Биогазовая установка с усовершенствованным термоизоляционным и коррозионностойким реактором с плавающим куполом. 2014 йил АндМИ халқаро конференцияси.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-4.11-15

АНАЛИЗ РАСЧЕТА СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ В ПРОГРАММЕ MULTISIM

Холиддинов Илхомбек Хосилжонович

(PhD), доцент,

Ферганский политехнический институт,
Республики Узбекистан, г. Фергана**Комолиддинов Сохибжон Солижон ўгли**

ассистент,

Ферганский политехнический институт,
Республики Узбекистан, г. Фергана**Туйчиев Зафаржон Зокирович**

докторант,

Ферганский политехнический институт,
Республики Узбекистан, г. Фергана
E-mail: tuychiev7055@gmail.comANALYSIS OF CALCULATION OF DIFFICULT ELECTRICAL CIRCUITS
IN THE MULTISIM SOFTWARE**Ilkhombek Kholiddinov**

(PhD), associate professor,

Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana**Sohibjon Komoliddinov**

Assistant,

Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana**Zafarzhon Tychiev**

Doctoral student,

Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

В данной статье сравниваются результаты расчета сложных цепей, полученные с помощью метода контурных токов и результаты расчета, полученных с помощью одной из современных программ Multisim.

ABSTRACT

This paper compares the results obtained by the contour current method of calculating complex chains used in a number of energy sciences using the Multisim program, one of the modern programs.

Ключевые слова: 2-й закон Крхгофа, постоянный ток, переменный ток, Multisim, сложная цепь, метод контурного тока, узел, сеть, сопротивление, ЭДС, контур, направление тока.

Keywords: Krixhoff's 2nd law, constant current, alternating current, Multisim, complex chain, contour current method, node, network, resistance, EYuK, contour, current direction.

Расчет сложных электрических цепей часто встречается в исследовательской работе соискателей и магистрантов в сфере энергетики. Расчет занимает много времени. Поэтому в настоящее время разработаны современные программные обеспечения.

Одно из них - программа Multisim. Эта программа имеет множество функций. Собрав заданную сложную цепь в программе можно получить мгновенный результат.

Метод контурных токов. В этом методе предполагается, что ток одного контура протекает по несвязанной (независимой) цепи, и ток отщепления определяется этими токами контура. Метод контурных токов основан на 2-м законе

Кирхгофа. Уравнения строятся относительно этих контуров. Решается система уравнений, неизвестные контурные токи используются для определения токов в сетях [1], [2], [4].

Приведена следующая схема расчета (рис. 1):

Рисунок 1. Простая цепь для расчета

Произвольно выбирается направление тока резисторов в данной цепи. Также выбирается направления контуров. При выборе направления контуров и токов рекомендуется выбирать соответственно с

направлением ЭДС. Обозначается каждый контур заглавными буквами латинского алфавита. Итак, выбирается направления контуров и токов в цепи (рис. 2):

Рисунок 2. Определение направления токов и токов

После того, как определяются направления контуров и токов, строятся уравнения. Для этого используется второй закон Кирхгофа. Резисторы в цепи А складываются и умножаются на ток (I_A) этой цепи. Затем умножается сопротивление R_2 , которое соединяет соседний контур В, на ток этого контура. Подбирается знак между ними по направлению контуров. Предположив, что токи I_A, I_B протекают в каждой цепи:

$$I_A \cdot (R_1 + R_2) - I_B \cdot R_3 = E \quad (1)$$

Таким образом составляется уравнение контура В:

$$I_B \cdot (R_3 + R_2) - I_A \cdot R_1 = R_3 \cdot J \quad (2)$$

Используя уравнения (1) и (2), составляется система уравнений:

$$\begin{cases} I_A \cdot (R_1 + R_2) - I_B \cdot R_3 = E \\ I_B \cdot (R_3 + R_2) - I_A \cdot R_1 = R_3 \cdot J \end{cases} \quad (3)$$

Используя метод Гаусса находят неизвестные (I_A, I_B) в (3). Для этого вносятся следующие изменения в систему уравнений:

$$R_1 + R_2 = Z_1, R_3 + R_2 = Z_2 \text{ и } R_3 \cdot J = E_1.$$

Система будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{cases} I_A \cdot Z_1 - I_B \cdot R_3 = E \\ -I_A \cdot R_1 + I_B \cdot Z_2 = E_1 \end{cases} \quad (4)$$

После того, как вводится обозначение, продолжается расчет:

$$\Delta = \begin{pmatrix} Z_1 & -R_1 \\ -R_1 & Z_2 \end{pmatrix} = Z_2 \cdot Z_1 - (-R_1 \cdot (-R_1));$$

$$\Delta I_A = \begin{pmatrix} E & -R_1 \\ E_1 & Z_2 \end{pmatrix} = E \cdot Z_2 - E_1 \cdot (-R_1);$$

$$I_A = \frac{\Delta I_A}{\Delta};$$

$$\Delta I_B = \begin{pmatrix} Z_1 & E \\ -R_1 & E_1 \end{pmatrix} = Z_1 \cdot E_1 - E \cdot (-R_1);$$

$$I_B = \frac{\Delta I_B}{\Delta};$$

Итак, найдены неизвестные контурные токи. Таким образом можно найти все токи в сети. Поскольку направление тока в первой сети противоположно направлению контура А, получается со знаком минус:

$$I_1 = -I_A;$$

направление тока второй сети получается с положительным знаком, поскольку оно соответствует направлению контура В, и отрицательным знаком, поскольку оно противоположно направлению контура А:

$$I_2 = I_B - I_A;$$

Направление тока третьей сети получается с положительным знаком соответственно направлению тока В:

$$I_3 = I_B;$$

О программе Multisim. Multisim (ранее MultiSIM) - это программное обеспечение для построения и моделирования электронных схем, которое является частью NI Ultiboard, а также набором программного обеспечения для проектирования схем. Multisim - одна из немногих программ электронного проектирования, используемых в программном моделировании, основанная на оригинальной Berkeley SPICE. Multisim изначально был создан компанией Electronics Workbench. Multisim включает моделирование микроконтроллеров (ранее известное как MultiMCU), а также функции импорта и экспорта, интегрированные в программное обеспечение для размещения печатных плат в пакете NI Ultiboard.

Multisim широко используется в академиях и на производстве для схемотехнического обучения, проектирования электронных схем и моделирования SPICE [9].

К примеру, рассматривается цепь из четырех узлов и шести сетей (рис 3).

Решение: В данной схеме находятся токи, составляя уравнение, произвольно выбирается направление токов и контуров [1], [2].

Рисунок 3. Сложная цепь для вычисления

Параметры цепи следующие:

$$R_1=6 \Omega, R_2=12 \Omega, R_3=14 \Omega, R_4=11 \Omega, R_5=6 \Omega, R_6=7 \Omega, \\ E_1 = 30 \text{ В}, E_2 = 45 \text{ В}$$

Необходимо найти все токи в сети.

Для этого сначала рассчитывается методом контурных токов и результаты сравниваются с результатами расчета цепи, собранной в Multisim.

Рисунок 4. Цепь с направлениями токов и контуров

$$\begin{cases} (R_2 + R_3 + R_4) \cdot I_A + R_3 \cdot I_B - R_4 \cdot I_C = E_2 \\ (R_3 + R_6 + R_5) \cdot I_B + R_3 \cdot I_A + R_5 \cdot I_C = 0 \\ (R_1 + R_4 + R_5) \cdot I_C - R_4 \cdot I_A + R_5 \cdot I_B = E_1 \end{cases} \quad (5)$$

Вводятся значения, указанные в выражении (5):

$$\begin{cases} (12 + 14 + 11)I_A + 14I_B - 11I_C = 45 \\ (14 + 6 + 7)I_B + 14I_A + 6I_C = 0 \\ (6 + 11 + 6)I_C - 11I_A + 6I_B = 30 \end{cases} \quad (6)$$

Складывая сумму выражений (6), получается выражение (7):

$$\begin{cases} 37I_A + 14I_B - 11I_C = 45 \\ 14I_A + 27I_B + 6I_C = 0 \\ -11I_A + 6I_B + 23I_C = 30 \end{cases} \quad (7)$$

Найдя определитель уравнения (7) и вычисляются контурные токи:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 37 & 14 & -11 \\ 14 & 27 & 6 \\ -11 & 6 & 23 \end{vmatrix} = 12022$$

$$\Delta I_A = \begin{vmatrix} 45 & 14 & -11 \\ 0 & 27 & 6 \\ 30 & 6 & 23 \end{vmatrix} = 37755$$

$$I_A = \frac{\Delta I_A}{\Delta} = \frac{37755}{12022} = 3,14 \text{ А}$$

$$\Delta I_B = \begin{vmatrix} 37 & 45 & -11 \\ 14 & 0 & 6 \\ -11 & 30 & 23 \end{vmatrix} = -28740$$

$$I_B = \frac{\Delta I_B}{\Delta} = \frac{-28740}{12022} = -2,39 \text{ А}$$

$$\Delta I_C = \begin{vmatrix} 37 & 14 & 45 \\ 14 & 27 & 0 \\ -11 & 6 & 30 \end{vmatrix} = 41235$$

$$I_C = \frac{\Delta I_C}{\Delta} = \frac{41235}{12022} = 3,43 \text{ А}$$

Значение токов, идущих от сетей:

$$I_1 = I_C = 3,43 \text{ A}; I_2 = I_A = 3,14 \text{ A};$$

$$I_3 = -I_A - I_B = -3,14 + 2,39 = -0,75 \text{ A};$$

$$I_4 = I_C - I_A = 3,43 - 3,14 = 0,289 \text{ A};$$

$$I_5 = I_B + I_C = -2,39 + 3,43 = 1,04 \text{ A};$$

$$I_6 = I_B = -2,39 \text{ A};$$

Расчет без программы закончен. Расчет производится программе.

Сначала запускается программа Multisim и собирается схема (рис. 5-6):

Вводятся значения и запускается [3]:

2. Использование программного обеспечения Multisim позволяет сократить процесс расчета.

3. Программа Multisim увеличивает точность результатов.

4. Используя другие элементы программы Multisim, можно получить напряжение, ток и график цепей постоянного и переменного тока.

Список литературы:

1. “Теоретические основы электротехники” Л.А.Бессонов. Москва 1996. “Высшая школа”. 40-42- betlar.
2. “Elektrotexnikaning nazariy asoslari” S.F.Amirov, M.S.Yoqubov, N.G’.Jabborov. Toshkent 2006. 54-58 betlar.
3. Multisim dasturi
4. “Elektrotexnikaning nazariy asoslari” K.Alimxodjayev, B.Abdullayev, K.Abidov, M.Ibadullayev. Toshkent 2015. “Fan va texnologiya”. 40-bet.
5. Kholiddinov I.Kh. Electric Power Quality Analysis 6-10/0.4 kV Distribution Networks // Energy and Power Engineering, 2016. 8. Ст. 263-269.
6. Исмоилов Иброхим Келдибоевич, Тўйчиев Зафаржон Зокирович, Бойназаров Бекзод Бахтиёрович, Турсунов Дониёр Абдусалимович, Эралиев Хожиакбар Абдинаби Угли, Аппаков Дилмуроджон Шамил Угли Повышение коэффициента полезного действия в результате изменения магнитодвижущей силы обмоток машин переменного тока // Проблемы Науки. 2019. №11-1 (144). URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-koeffitsienta-poleznogo-deystviya-v-rezultate-izmeneniya-magnitodvizhushchey-sily-obmotok-mashin-peremennogo-toka> (дата обращения: 05.11.2020).
7. Eraliyev Abdinabi Khakimovich, Tuychiyev Zafarjon Zokirovich, Eraliyev Khojiakbar Abdinabi Ugli, Ne’Matov Shohruh Ma’Murzhon Ugli Problems of protection during the massive penetration of renewable energy sources in power systems // Наука, техника и образование. 2019. №10 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problems-of-protection-during-the-massive-penetration-of-renewable-energy-sources-in-power-systems> (дата обращения: 05.11.2020).
8. Холиддинов И.К. Мусинова Г.Ф., Юльчиев М.Е., Туйчиев З.З., Холиддинова М.М. и соавт. Моделирование расчета коэффициента несимметрии напряжений с помощью Simulink (Matlab) // Американский журнал инженерии и технологий. - 2020.-Т.2.-№.10.-С.33-37. <https://usajournalshub.com/index.php/tajet/article/view/1244>

СОБСТВЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ КУСОЧНО-ОДНОРОДНЫХ СФЕРИЧЕСКИХ ТЕЛ С УЧЕТОМ ВОЛНОВОГО УНОСА ЭНЕРГИИ

Гайбулаев Зайниддин Хайриевич

доцент кафедры «Механика»,
 Бухарский инженерно-технологический институт,
 Республика Узбекистан, г. Бухара
 E-mail: info@myeduassist.org

Азизов Бахтиёр Абдувохидович

ст. преподаватель,
 Бухарский инженерно-технологический институт,
 Республика Узбекистан, г. Бухара

NATURAL VIBRATIONS OF PIECE HOMOGENEOUS SPHERICAL BODIES TAKING INTO ACCOUNT THE WAVE DEPOSIT OF ENERGY

Zayniddin Gaybullayev

Associate Professor of the Department of «Mechanics»
 of the Bukhara Engineering and Technological Institute,
 Republic of Uzbekistan, Bukhara

Baxtiyor Azizov

Senior Lecturer,
 Bukhara Engineering Technological Institute,
 Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены собственные колебания кусочно-однородных сферических тел, находящихся в безгранично упругой среде. Получен сферических тел комплексных механических систем, находящихся в упругой среде в зависимости от различных геометрических и параметрических параметров системы.

ABSTRACT

Natural vibrations of piecewise homogeneous spherical bodies in an infinitely elastic medium are considered. The specker of complex mechanical systems is obtained, which is located in an elastic medium depending on various geometric and parametric parameters of the system.

Ключевые слова: энергия, сферическая полость, колебание, полость, волна, напряжение, деформация среды, сдвиг, частота, упругий, механические системы.

Keywords: Energy, spherical cavity, vibration, cavity, waves, stress, deformation medium, shear, frequency, elastic, mechanical systems.

Рассмотрим собственные колебания кусочно-однородных сферических тел (рис. 1) или в сферической полости, находящихся в безгранично упругой среде.

а. Сферическая полость. В этом случае внутри сферы волны отсутствуют, так что:

$$\begin{bmatrix} \phi^{(p)} \\ \psi^{(p)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi \\ \psi \end{bmatrix} = 0 \quad \phi^{(p)} \text{ и } \psi^{(p)} = 0. \quad (1)$$

Следовательно, нужно определить только две группы коэффициентов $\{A_n\}$ и $\{B_n\}$:

$$R = A_n J_n(\mu r) + B_n h_n(\mu r) \quad (2)$$

Необходимы только два граничных условия.

Потребуем, чтобы компоненты напряжения были непрерывны на границе при $r = \alpha$:

$$\sigma_{rr} = \sigma_{r\theta} = 0$$

Это условие приводит к следующим уравнениям для ω :

$$\xi_{11}^{(0)} \xi_{12}^{(0)} - \xi_{13}^{(0)} \xi_{14}^{(0)} = 0, \quad (3)$$

где

$$\xi_{11}^{(0)} = [\beta_1^2 - 2n(n-1)]h_n(\alpha_1) - 4\alpha_1 h_{n+1}(\alpha_1);$$

$$\xi_{12}^{(0)} = \left[\frac{1}{2} \beta_1^2 - (n^2 - 1) \right] h_n \psi_1 - \beta_1 h_{n+1}(\beta_1);$$

$$\xi_{13}^{(0)} = [2n(n+1)(n-1)]h_n(\beta_1) - \beta_1 h_{n+1}(\beta_1);$$

$$\xi_{11}^{(1)} \xi_{12}^{(1)} - \xi_{13}^{(1)} \xi_{14}^{(1)} = 0. \quad (4)$$

$$\xi_{14}^{(0)} = [(n-1)]h_n(\alpha_1) - \alpha_1 h_{n+1}(\alpha_1);$$

Выражения $\xi_{11}^{(1)}, \xi_{12}^{(1)}, \xi_{13}^{(1)}, \xi_{14}^{(1)}$ имеют следующий вид:

$$\alpha_1 = k_1 q = \frac{\omega^2}{c_{p1}^2} q; \beta_r = \frac{\omega^2}{c_{s1}^2}.$$

$$\xi_{11}^{(1)} = (1 - \eta)h_1(\alpha_1) - \alpha_1 h_2(\alpha_1);$$

$$\xi_{12}^{(1)} = 2(1 - \eta)[h_1(\beta_1) - \beta_1 h_2(\beta_1);$$

$$\xi_{13}^{(1)} = 2(1 - \eta)[h_1(\beta_1);$$

$$\xi_{14}^{(1)} = (1 - \eta)[h_1(\alpha_1);$$

$$\eta = \rho_{cp}/\rho_{вкл}.$$

Частотное уравнение также решают методом Мюллера на ЭВМ.

Несимметричные собственные колебания сферического отверстия показаны на рис. 2.

В несжимаемой среде ($c_p \rightarrow \infty$ или $\nu_1 = 0,5$) затухания, естественно, отсутствуют. Результаты численных расчетов на ЭВМ представлены в таблице 1 при $n = 1$.

6. Жесткие включения. Если вместо упругой полости рассматривается жесткая сфера в безгранично упругой среде, то частное уравнение (3) принимает вид:

Численные результаты приведены в таблице 2 при $\nu_1 = 0,25$.

Как видим, при $\eta \geq 1$ реальные части первой собственной частоты обращаются в нуль.

Таблица 1.

Зависимость комплексных собственных частот сферической полости от ν_1
 (ν_1 – коэффициент Пуассона окружающей среды)

Ω	$\nu_1 = 0,25$	$\nu_1 = 0,35$	$\nu_1 = 0,40$	$\nu_1 = 0,45$	$\nu_1 = 0,5$
Ω	0,6019D+01 -0,7981D+ +00i	0,7501D+01 -0,6414D+ +01i	0,8541D+00 -0,5591D+01	0,9120D+00 0,4910D+00	0,7201D+00 0,0000D+00

В качестве тестовой задачи решено частотное уравнение радиального колебания сферического упругого тела. Получение результаты сравнивали с результатами работы [4].

При $\Phi(r, \theta, \Phi) = 0, \Psi = \theta = 0$ частотное уравнение (3) сферического тела принимает вид:

$$(\lambda + 2 \cdot \mu)[(2 - h^2 a^2) \sinh a - 2 \cdot h \cdot a \cdot \cosh a] + 2\lambda(h \cdot a \cosh a - \sinh a) = 0, \quad (5)$$

где $h = \omega/c_p$.

Численные значения решения частотного уравнения (5) приведены в таблице 3.

Как видно из таблицы, численные результаты совпадают после запятой до пятого знака.

Рассмотрим собственные колебания сферических включений, находящихся в упругой среде.

Таблица 2.

Зависимость комплексных частот жесткого сферического влечения от η

η	Ω_n	$\Omega_n i$
0.2	0,253 D +00	0,4710 D -02
0.5	0,520 D +00	0,6148 D -02
0.8	0,8101 D +00	0,9118 D -02
1.0	0,1924 D -13	0,1211 D -11

Таблица 3.

Сравнение собственных частот упругой среды

h	Наши результаты	Результаты работы [5]
0,8160	0,816025 D +00	0,816027D +00
1,9285	0,192846D +01	0,192843D +00
2,9359	0,293816D +01	0,293812D +00
3,9658	0,396472D +01	0,396478D +00

Рисунок 1. Расчетная схема для сферических тел, находящихся в безграничной среде

Крутильные колебания характеризуются обращением в нуль радиальной компоненты вектора смещения u , а также дилатации $div u$. Нетрудно увидеть, что в общем решении им соответствует часть, включающая коэффициенты C_{mn} :

$$\begin{pmatrix} \phi^{(p)} \\ \psi^{(p)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \phi^{(p)} \\ \psi^{(p)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \phi_0 \\ \psi_0 \end{pmatrix} \sum_{n=0}^{\infty} E_n i^n \begin{bmatrix} J_n(ar) \\ J_n(br) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos n\theta \\ \sin n\theta \end{bmatrix} e^{-i\omega t}.$$

Подстановка этой части в граничные условия приводит к следующей системе уравнений для определения коэффициентов C_{mn}^i и C_{mn}^e :

$$C_{mn}^i j_n(k_s^{(i)} R) = C_{mn}^e h_n(k_s^{(e)} R);$$

$$\mu_i C_{mn}^{(i)} [(n-1) j_n(k_s^{(i)} R) - (k_s^{(i)} R) j_{n+1}(k_s^{(i)} R)] = \mu_e C_{mn}^{(e)} [(n-1) h_n(k_s^{(e)} R) - (k_s^{(e)} R) j_{n+1}(k_s^{(e)} R)].$$

Из приравнивания нулю детерминанта системы получим уравнение для собственных частот крутильных колебаний сферического включения:

$$[n-1-g_i(\beta X)] = \rho[n-1-g_e(X)], \quad (6)$$

где $g_i(z) = z j_{n+1}(z)/j_n(z)$, $g_e(z) = z j_{n+1}(z)/j_h(z)$, $X = \omega R/c_{se}$.

Приведенная к поперечной скорости в среде безразмерная частота $\beta = c_{se}/c_{si}$.

Отношение поперечных скоростей вне (c_{se}) и внутри (c_{si}) сферического включения, $\eta = \rho_e/\rho_i$ – отношение плотностей и $\rho = \mu_e/\mu_i = \beta^2 \eta$ – отношение модулей сдвига вмещающей среды и включения.

Нетрудно увидеть, что уравнение (6) имеет своим решением набор комплексных частот $\chi^{(k)} = \chi_0^{(k)} + i\chi_0^{(k)}$. Действительная часть $\chi_0^{(k)}$ определяет

Рисунок 2. Распределение корней частотных уравнений

собственную частоту, а мнимая часть $\chi_i^{(k)}$ – соответствующий коэффициент затухания. С физической точки зрения затухание в идеальной упругой среде объясняется излучением энергии возбужденных собственных колебаний за счет расходящихся сферических упругих волн. Если мы совершим в (6) предельный переход, соответствующий случаю отсутствия вещающей среды (изолированный упругий шар при $\rho > 0$), то естественным образом придем к действительному частотному уравнению крутильных колебаний шара:

$$n-1-g_i(\chi_{si}) = 0, \quad (7)$$

где $\chi_{si} = \omega R/c_{si}$ – данное уравнение определяет дискретный спектр $\chi_{si}^{(k)}$ уже действительных частот, поскольку излучение отсутствует. В противоположном случае сферической полости в сплошной упругой среде, когда $\rho \rightarrow \infty$, приходим к комплексному частотному уравнению:

$$n-1-g_e(\chi) = 0, \quad (8)$$

описывающему спектр комплексных значений $\chi^{(k)}$ собственных частот к крутильным колебаниям полости.

Раскроем (6) для примера в случае $n = 1$ и $n = 2$. Получим при $n = 1$:

$$\beta_\chi \operatorname{ctg} \beta_\chi = 1 - \frac{\beta^2 \chi^2 (1+i\chi)}{\chi^2 \rho + 3(1-\rho)(1+i\chi)} \quad (9)$$

И при $n = 2$:

$$\beta_\chi \operatorname{ctg} \beta_\chi = 1 - \frac{1}{3} \beta^2 \chi^2 x; \quad X \left\{ 1 + \frac{\beta^2 \chi^2 [\chi^{-i}(1 - \frac{1}{3} \chi^2)]}{-\frac{1}{3} \rho \chi^4 + [\chi^2(\rho - \beta^2) - 12(\rho - 1)][\chi^{-i}(1 - \frac{1}{3} \chi^2)]} \right\} \quad (10)$$

Соответственно, эти комплексные трансцендентные уравнения переходят при $\rho \rightarrow 0$ в действительные уравнения для собственных частот колебаний шара, а $\rho \rightarrow \infty$ – в комплексные уравнения для собственных частот и собственных затуханий крутильных колебаний плоскости. Именно при $n = 1$:

$$\chi_{si} \operatorname{ctg} \chi_{si} = 1 - \frac{\chi_{si}^2}{3}; \quad (11)$$

$$\chi^2 - 3i\chi - 3 = 0; \quad (12)$$

а при $n = 2$:

$$\chi_{si} \operatorname{ctg} \chi_{si} = 1 + \frac{4\chi_{si}^2}{\chi_{si}^2 - 12}; \quad (13)$$

$$\chi^2 - 5i\chi^2 - 12\chi + 12i = 0. \quad (14)$$

Интересно отметить, что уравнения (11) и (13), так же как и более общее трансцендентное уравнение, включают в себя как тригонометрические функции, так и алгебраические.

Из-за свойства периодичности тригонометрических функций для каждого номера n будем иметь бесконечное счетное множество собственных частот.

Исключение составляет случай полости, когда собственные частоты определяются алгебраическими уравнениями конечного порядка, повышающегося с номером n .

Сфероидальные колебания.

Данный класс колебаний характеризуется обрушением в нуль радиальной компоненты рот u , в общем решении (3) этому классу соответствует часть, включающая коэффициенты A_{mn} и B_{mn} . Подстановка этой части в граничные условия (11) дает однородную систему уравнений для определения коэффициентов $A_{mn}^{(i)}$, $A_{mn}^{(e)}$, $B_{mn}^{(i)}$ и $B_{mn}^{(e)}$.

Как обычно, равенство нулю детерминанте системы означает ее совместность и приводит к трансцендентному уравнению для собственных частот сфероидальных колебаний.

Детерминант имеет вид:

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} & d_{24} \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} & d_{34} \\ d_{41} & d_{42} & d_{43} & d_{44} \end{vmatrix},$$

где элементы d_{ix} выражаются следующим образом:

$$d_{11} = n - g_i(\alpha\gamma\chi), d_{13} = n - g_e(\gamma\chi),$$

$$d_{12} = n(n+1) \quad d_{14} = n(n+1),$$

$$d_{21} = 1 \quad d_{23} = 1,$$

$$d_{22} = n+1 - g_i(\beta\chi), d_{24} = n+1 - g_e(\chi),$$

$$d_{31} = n^2 - n - \frac{1}{2}\beta^2\chi^2 + 2g_i(\alpha\gamma\chi), d_{33} = n^2 - n - \frac{1}{2}\chi^2 + 2g_e(\gamma\chi),$$

$$d_{32} = n(n+1)[n-1-g_i(\beta\chi)], d_{34} = n(n+1)[n-1-g_e(\chi)],$$

$$d_{41} = n-1 - g_i(\alpha\gamma\chi),$$

$$d_{43} = n-1 - g_e(\gamma\chi),$$

$$d_{42} = n^2 - 1 - \frac{1}{2}\beta^2\chi^2 + g_i(\beta\chi) \quad d_{44} = n^2 - 1 - \frac{1}{2}\chi^2 + g_e(\chi),$$

Здесь $\alpha = c_{pe}/c_{pi}$ – отношение продольных скоростей вне и внутри сферы, $\gamma = c_{se}/c_{pe}$ – отношение поперечной и продольной скоростей для вмещающей среды, а остальные обозначения имеют тот же смысл, что и при рассмотрении крутильных колебаний.

Трансцендентное уравнение для определения собственных частот:

$$\Delta_n = 0. \quad (15)$$

Имеет в данном случае трудно обозримый вид. При $\rho \rightarrow 0$ Оно переходит в действительное уравнение собственных сфероидальных колебаний шара:

$$n^2 - n - \frac{1}{2}\chi_{si}^2 + 2g_i(\gamma_i\chi_{si}) \quad n(n-1)[n-1-(g_i\chi_{si})] = 0, \quad (16)$$

$$n-1-g_i(\gamma_i\chi_{si}) \quad n^2 - 1 - \chi_{si}^2 + g_i(\chi_{si}),$$

где $\gamma_i = c_{pe}/c_{pi}$

При $\rho \rightarrow \infty$ приходим к комплексному трансцендентному уравнению для комплексных собственных частот сфероидальных колебаний полости:

$$n^2 - n - \frac{1}{2}\chi^2 + 2g_e(\gamma\chi) \quad n(n+1)[n-1-g(\chi)] = 0, \quad (17)$$

$$n-1-g_e(\gamma\chi) \quad n^2 - 1 - \chi^2 + g_e(\chi)$$

Важным частным случаем сфероидальных колебаний являются радиальные колебания. Как следует из (10), при $n = 0$ только радиальная компонента смещения отлична от нуля. Движения происходят только в радиальном направлении:

$$u_r = -A_{00}b_1(k_p r),$$

$$\sigma_{rr} = \frac{\mu}{r} A_{00} [4b_1(k_p r) - \frac{k_s}{k_p} (k_s r) b_0(k_p r)]$$

Используя граничные условия $u_r^{(i)} = u_r^{(e)}$ и $\sigma_{rr}^{(i)} = \sigma_{rr}^{(e)}$ при $r=R$, приходим в итоге к следующему уравнению для собственных частот радиальных колебаний сферического включения:

$$\alpha\gamma\chi \operatorname{ctg} \alpha\gamma = 1 - \frac{\chi^2}{\eta} \frac{1+\gamma\chi}{x^2 + 4(\frac{1}{p}-1) + i\gamma\chi}. \quad (18)$$

Здесь аналогично имеются два предельных случая: радиальные колебания шара

($\rho \rightarrow 0$) и полости ($\rho \rightarrow \infty$). Соответственно получим:

$$x_{pi} \operatorname{ctg} x_{pi} = 1 - \frac{x_{pi}^2}{4\gamma_i^2}, \quad (19)$$

$$X^2 - 4i\gamma X - 4 = 0. \quad (20)$$

где $x_{pi} = \omega R / C_{pi}$

Аналитическое исследование уравнения (18) в зависимости от параметров α, γ, η , и ρ в общем случае является затруднительным. Тем не менее есть возможность просмотреть условия, при которых малы действительные и мнимые части собственных частот, т.е.:

$$|x_{pi}| = |\alpha\gamma x| < 1$$

Разложив $\operatorname{ctg} \alpha \gamma x$ в левой части (18) с точностью до кубичных членов, придем к квадратному относительно x_{pi} уравнению:

$$\left[\frac{1}{a^2} - \frac{4}{15} \alpha \right] x_{pi}^2 - \frac{1}{a} \left[4a + \frac{3}{\eta \alpha^2} \right] x_{pi} - \left[4a + \frac{3}{\eta \alpha^2} \right] = 0$$

где $\alpha = (\mu_e - \mu_i) / (\lambda_e + 2\mu_e)$. Заметим, что $4a + \frac{3}{\eta \alpha^2} = (4\mu_e + 3\lambda_\xi + 2\mu_1) / (\lambda_e + 2\mu_e) > 0$.

Условие $|x_{pi}| < 1$ будет выполнено, если:

$$a \left[4a + \frac{3}{\eta \alpha^2} \right] / \left[1 - \frac{1}{15} a \alpha^2 \right] < 1.$$

Это возможно, например, в случае воздушного пузыря в жидкости, когда $\alpha = 0$ и $\eta \gg 1$. При этом $\operatorname{Re} x_{pi} \sim \sqrt{3/\eta}$ а $\operatorname{Im} x_{pi} \sim 3/2$ а η , что означает существование острорезонансных низкочастотных колебаний, так как:

$$(\operatorname{Re} x_{pi} / \operatorname{Im} x_{pi}) \gg 1.$$

Список литературы:

1. Гайбуллаев З.Х., Азизов Б.А. Определения параметров семяпровода // Universum: технические науки. – М., 2020. – Вып. 6 (75) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9612>.
2. Гайбуллаев З.Х., Азизов Б.А. Распространение нестационарных возмущений от цилиндрических полостей // Интернаука. – М., 2019. – Ч. 1. – № 6 (88) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38543929>.
3. Гайбуллаев З.Х., Азизов Б.А. Распространение свободных волн в двух- и трехслойных плоских диссипативных системах // Интернаука. – М., 2019. – Ч. 1. – № 6 (88) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38543933>.
4. Нефедов Б.А., Флайшер Н.М. Изыскание профильной линии почвообрабатывающего рабочего органа минимальной энергоемкости // Сб. научных трудов МИИСП: Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М., 1889.
5. Попов М.В. Теоретическая механика. – М. : Наука, 1986.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ
И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ**

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-4.21-24

**НИТРОЦЕМЕНТАЦИЯ ИГОЛЬЧАТЫХ ЗВЕЗДОЧЕК ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ
И ИХ ПОСЛЕДУЮЩАЯ ЗАКАЛКА И НИЗКИЙ ОТПУСК****Тилабов Баходир Курбанович**

*д-р техн. наук, проф., Алмалыкский филиал
Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: btilabov@mail.ru*

Нормуродов Улугбек Эркинович

*ассистент,
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: normurodov@mail.ru*

**NITROCEMENTATION OF CARBON STEEL NEEDLE STARS
AND THEIR FOLLOWING HARDENING AND LOW VACATION****Bahodir Tilabov**

*Professor of technical Sciences, associate professor,
Almalyk branch of Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Almalyk*

Ulugbek Normurodov

*Assistant
of Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведены результаты научных исследований литых игольчатых ротационных звездочек землеобрабатывающих машин, изготовленных из углеродистой стали. Изучены состав, свойства и параметры макро- и микроструктуры. Применены оптимальные режимы химико-термической обработки – нитроцементации с последующей закалкой и низким отпуском. Доказано, что твердость и износостойкость литых деталей после оптимальной термической обработки повышается в 2–3 раза.

ABSTRACT

This article presents the results of scientific research on cast rotary needle sprockets of agricultural machines made of carbon steel. The composition, properties and parameters of the macro- and microstructure have been studied. Optimal modes of chemical-thermal treatment are applied - nitrocarburizing followed by quenching and low tempering. It has been proven that the hardness and wear resistance of cast parts after optimal heat treatment increases 2-3 times.

Ключевые слова: химический состав и механические свойства металлопрокатных изделий, упрочняющая термическая обработка, макро- и микроструктура, качество и работоспособность готовых изделий.

Keywords: chemical composition and mechanical properties of rolled metal products, hardening heat treatment, macro - and microstructure, quality and performance of finished products.

Введение. Известно, что среди способов термического упрочнения различных деталей машин и механизмов одно из ведущих мест в промышленности принадлежит химико-термическому упрочнению [1; 2] методом насыщения рабочей поверхности деталей углеродом или одновременно углеродом и азотом.

Многие детали подвергаются цементации или нитроцементации. При цементации в твердом карбюризаторе невозможно обеспечить постоянный контакт активного цементующего компонента – окиси углерода – с рабочей поверхностью стали, регулирование насыщения стали. Процесс цементации

в твердом карбюризаторе очень трудоемок, длителен [3; 6; 7] и поэтому повсеместно вытесняется более рациональными процессами газовой цементации или нитроцементации. Некоторым деталям требуется поверхностный слой максимум от 0,5 до 1,0 мм. Для этого применять процесс цементации не стоит, потому что он трудоемкий, очень длительный (от 8 до 24 часов), температура нагрева высокая (930–950 °С). Поэтому для литых деталей, как игольчатые звездочки (рис. 1а) землеобрабатывающих машин из углеродистой стали, более рациональным процессом является нитроцементация.

Целью данной работы являются образование поверхностного слоя методом нитроцементации полученных литых деталей путем литья в земляной форме и повышение твердости и износостойкости методом оптимальной термической обработки, закалки и низкого отпуска. Сначала изготавливается деревянная модель с помощью крепкого материала, а потом формируется в литейную опоку и заливается жидким металлом – сталью 30–35Л. При заливке место модели заполняется расплавом. Таким способом изготавливаются и получают литые ротационные звездочки детали землеобрабатывающих машин и механизмов с высокой твердостью и износостойкостью, а также хорошего качества [8; 5].

Процесс совместного насыщения углеродистой стали углеродом и азотом принципиально отличен от процесса цементации и азотирования вследствие

иного механизма насыщения, изменения коэффициентов диффузии углерода и азота в аустените, изменения энергии активации углерода и азота в γ -железе, изменения скорости насыщения поверхностных слоев углеродистой стали углеродом и азотом.

Данный процесс нитроцементации заключается в нагреве литых деталей игольчатых звездочек землеобрабатывающих машин в газовой среде, состоящей из азото- и углеродосодержащих газов, до температуры нагрева 840–860 °С, выдержке в течение определенного времени, необходимого для получения диффузионного слоя заданной глубины, и охлаждении со скоростью, обеспечивающей необходимые свойства поверхностного слоя и сердцевины детали. Нитроцементацию стальных деталей проводили при 840–860 °С с последующей выдержкой и подстуживанием при 800–825 °С (закалка специальных образцов и литых игольчатых звездочек (рис. 1б) при 830 °С), а низкий отпуск – при 180–200 °С с последующим охлаждением на воздухе [8]. Насыщение поверхностных слоев стальных деталей углеродом и азотом при химико-термической обработке зависит от комплекса сложных процессов, протекающих на границе раздела «газовая среда – поверхность детали», а также в поверхностных слоях металла. Поверхность детали одновременно насыщается с углеродом и азотом, и образуется поверхностный слой покрытия от 0,5 до 1,0 мм.

Рисунок 1. Общий вид ротационных игольчатых звездочек землеобрабатывающих машин до (а) и после (б) термической обработки – закалки и низкого отпуска

Основное назначение нитроцементации – повышение твердости и износостойкости стальных изделий. Нитроцементацию проводят с целью образования поверхностного слоя от 0,5 до 1 мм и последующей закалки и низкого отпуска. После закалки и отпуска поверхностный слой детали должен иметь высокую твердость. Твердость металлов и сплавов зависит от химического состава, механического свойства и обработки [8].

Характер совместного насыщения стали углеродом и азотом в значительной мере определяется характером насыщения поверхностных слоев стальных деталей этими элементами при их отдельной диффузии. Максимальная концентрация углерода и азота в поверхностном слое зависит в основном от двух

факторов: во-первых, от предельной растворимости углерода и азота в γ -фазе, содержания их в карбидах или нитридах и количества карбидов и нитридов в поверхностном слое; во-вторых, от степени стабильности, устойчивости углеродистого и азотистого аустенита, а также карбидов и нитридов при температуре химико-термической обработки – нитроцементации.

Отмеченные при отдельной диффузии процессы увеличения концентрации углерода и снижения степени насыщения слоя азотом с повышением температуры наблюдаются и при совместной диффузии в стальной детали углерода и азота. Зависимость концентрации углерода и азота исследовали в специальных образцах стали 20 и 30 (толщиной 0,4

мм), обработанной в течение 85–90 мин в интервале температур 750–850 °С при подаче аммиака 2,5–3 л/мин и бензола 0,05 см³/мин (рис. 2а). При повышении температуры с 750 до 850 °С концентрация углерода возросла с 0,35 до 0,70 %, а концентрации азота снизилась с 2,15 до 0,5 %. При исследовании обнаружили, что влияние температуры нагрева и выдержки на глубину слоя было определено, что

практически приемлемых значений скорость образования слоя достигает только при температурах порядка 825–830 °С (рис. 2б, в). При температуре нагрева выше 900 °С наблюдается перегрев слоя и сердцевины. Появление в поверхностных зонах слоя карбонитридных фаз снижает скорость увеличения глубины поверхностного слоя детали.

Рисунок 2. Влияние температуры насыщения на концентрацию углерода и азота в тонких образцах (а), зависимость глубины нитроцементованного слоя стали 30 от температуры и выдержки (б) и поверхностная твердость образцов, подвергнутых нитроцементации в течение 6 ч и закаленных в масле (в)

Результаты исследований и их обсуждение.

Все образцы и литые детали после исследований, для того чтобы повысить твердость поверхностных и подповерхностных слоев, подвергали специальным оптимальным режимам термической обработки закалки и низкого отпуска. Нитроцементацию проводили при температуре нагрева от 840–860 °С и получили поверхностный слой покрытия с толщиной слоя до 0,6–0,8 мм (рис. 3а). Нитроцементованные детали и образцы закаливали непосредственно из печи с подстуживанием при 800–825 °С, и отпускали при 180–200 °С, и получали необходимые твердости, микротвердости, параметры микроструктуры и износостойкости. Среднеразмерные, не очень тяжело нагруженные детали несложной конфигурации, у которых глубина нитроцементованного поверхностного слоя должна быть не менее 0,4–0,6 мм и твердость поверхности HRC55–58 [5].

Изменение температуры оказывает значительное влияние на твердость поверхностного слоя. Поверхностная твердость слоев при температуре обработки выше 840 °С зависит от количественного отношения мартенсита к аустениту во внешних фильмах слоя и от толщины слоя, т.е. находится в непосредственной

зависимости от температуры и продолжительности процесса. При нитроцементации стальных деталей при 840–860 °С с последующей выдержкой и подстуживанием при 800–825 °С (закалка образцов и звездочек) при 830 °С и низкого отпуска 180–200 °С с последующим охлаждением на воздухе образуется мелкоигольчатая мартенситная структура (рис. 3б) [8].

Мартенсит является упорядоченным пересыщенным твердым раствором внедрения углерода в α -железе. В равновесном состоянии растворимость углерода в α -железе при температуре 20 °С не превышает 0,002 %, а его содержание в мартенсите может быть таким же, как в исходном аустените, т.е. может достигнуть 2,14 %. Мартенситные пластины (иглы) образуются почти мгновенно, со скоростью более 1000 м/с, только в пределах аустенитного зерна и не переходят границу между зернами. Поэтому размер игл мартенсита зависит от размера зерен аустенита. Чем мельче зерна аустенита, тем мельче иглы мартенсита, и структура характеризуется как мелкоигольчатый или крупноигольчатый мартенсит (рис. 3б, в) с твердостью 58–62HRC. Такая структура характерна для правильно закаленной углеродистой стали.

Рисунок 3. Микроструктура нитроцементованных и закаленных образцов:
а – поверхностное покрытие с толщиной слоя до 0,6–0,8 мм; б – структура мелкоигльчатого мартенсита; в – структура крупноигльчатого мартенсита X500

Выводы. Таким образом, анализируя весь цикл экспериментальных материалов по твердости и износостойкости на образцах с покрытиями, полученными при литье в земляные формы с толщиной покрытия 0,6–0,8 мм из углеродистой стали, можно видеть, что чем больше толщина покрытия, тем лучше качество материала. Доказано, что все экспериментальные исследования, включая измерения твердости и микротвердости, находятся в хорошем согласовании [5; 9]. Особенно термообработанные

литые детали с цементованным износостойким покрытием повышают износостойкость и долговечность в два и более раза [4; 10]. Оптимальная термическая обработка, закалка повышает износостойкость литых деталей, не только поверхностных, но и подповерхностных слоев готовых игольчатых звездочек землеробствующих машин. Данная инновационная технология внедрена в АО «Агрегатный завод» с хорошим экономическим эффектом.

Список литературы:

1. Гуляев А.П. Металловедение. – М. : Альянс, 2012. – 536 с.
2. Лахтин Ю.М. Материаловедение. – М. : Машиностроение, 2014. – 527 с.
3. Новикова А.Я. Основные результаты химико-термической обработки деталей в печах различных типов. – М. : Машиностроение, 1987. – 192 с.
4. Нормуродов У.Э., Тилабов Б.К. Основной характер насыщения стали углеродом и азотом и их последующая закалка с низким отпускком // Актуальные вызовы современной науки: сб. научных трудов // ISCIENCE.IN.UA. – Переяслав, 2020. – Вып. 6 (50). – Ч. 2. – С. 127–130.
5. Тилабов Б.К. Определение твердости и микротвердости образцов, изготовленных из высоколегированного твердого сплава путем литья по ППГМ // НТЖ ФерПИ. – Фергана, 2014. – № 2. – С. 38–44.
6. Тихонов А.К. Особенности методов упрочнения химико-термической обработки деталей машин. – М. : Машиностроение, 1989. – 225 с.
7. Milano N.P. Getting the most from carbonitrided surfaces // Metall progress. – 1985. – Vol. 88. – № 1. – P. 81–85.
8. Normurodov U.E., Tilabov B.K. Nitrocementation at 840 °C with subsequent hardening of the surface layer of cast rotary sprockets of earth working machines // Technical science and innovation. – Toshkent, 2020. – № 3 (05). – P. 216–221.
9. Tilabov B.K. Increased durability of iron parts by thermal treatment with double phase recrystallization. European applied sciences // Europäische Fachhochschule. ORT Publishing. – Germaniy, 2015. – № 8. – P. 49–53.
10. Tilabov B.K., Sherbutayev J.A., Isaev S.I. Methods of Manufacturing Cast Details with a Solid-Alloy Coating and Heat Treatment // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – India, 2020. – Vol. 7, Issue 5. – P. 13720–13723.

PAPERS IN ENGLISH

ENGINEERING GEOMETRY AND COMPUTER GRAPHICS

TO THE ISSUE OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF STATIC CHARACTERISTICS
OF REED SWITCH CONVERTER*Alisher Mamadjonov*

*Doctor of technical sciences, professor,
Tashkent state technical university, Uzbekistan, Tashkent
E-mail: info@myeduassist.org*

Nozima Juraeva

*Ph.D. researcher,
Tashkent state technical university,
Uzbekistan, Tashkent*

К ВОПРОСУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СТАТИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ГЕРКОНОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ*Мамаджонов Алишер Мамаджонович*

*д-р техн. наук, профессор,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Нозима Адидовна Джурсева

*канд. наук. научный сотрудник
Ташкентского государственного технического университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

ABSTRACT

In this paper, reed-switch displacement transducers with longitudinal movable screens and transverse movable magnets, as well as transducers of large direct currents, were subjected to experimental research.

АННОТАЦИЯ

В данной работе экспериментальным исследованиям подверглись герконовые преобразователи перемещений с продольными подвижными экранами и поперечными подвижными магнитами, а также преобразователи больших постоянных токов.

Keywords: Structure diagrams, parameter, sensor, magnetic circuit

Ключевые слова: Структурные схемы, параметр, датчик, магнитопровод

A magnetic circuit and a movable screen were used, the dimensions of which are shown in Fig. 1, the brand of the used reed switches KEM-1, KEM-2, resistors forming discretely varying conductivity G_3 were distributed along the magnetic circuit with a quantization step for displacement $\Delta q_m = 3$ mm and had nominal resistance values of 8.5 Ohm, the number of turns of the excitation winding 10000, wire diameter 0.1 mm when powered from a mains source with a frequency of 50 Hz and a voltage of 220 V at a resistance of 8.5 Ohm, the

output voltage was 3 V. A class 0.5 voltmeter with a division value of 30 mV was used as a measuring device. Figure 2 shows the results of experiments for the dependence of the output voltage as a function of coordinates of the moving part: the dashed line shows the calculated ones, and the solid line shows the arithmetic mean of the mathematical processing of the experimental results.

Figure 1. Magnetic core and movable screen (used in experimental Research)

Figure 2. Curves of dependence of the output voltage as a function of the coordinates of the moving part

From a comparison of the curves, it follows that the maximum deviation of the experimental curve from the calculated one does not exceed 2.5%. Fig. 2 shows only a part of the static characteristic corresponding to 1/3 of the range of movement of the movable part. Similar curves were obtained for transverse moving magnet transducers shown in Fig. 3, using the same magnetic circuit and the same reed switch system. A distinctive feature of these two characteristics is a significant hysteresis for the arithmetic mean expectations of mathematical processing of the results of the forward and reverse travel of the moving part (the reverse travel is shown by the dashed line in Fig. 3). Analysis of these two characteristics shows that reed-switch converters with a movable screen practically eliminate hysteresis errors.

Figure 4 shows an experimental sample of a DC-current converter using the same reed switches, but located at different distances from the magnetic circuit, covering the winding with the converted current.

Figure 3. Curves for transverse moving magnet transducer

Figure 5 shows the dependence of the numbers of the switched on reed switches on the projected current. Solid lines show discrete changes in closed reed switches with increasing currents, and dashed lines show many closed reed switches with decreasing currents (shaded areas correspond to hysteresis areas).

Figure 4. An experimental sample of a DC-DC converter

Figure 5. Dependence of the numbers of reed switches on the DC / DC converter

From the analysis of the curves in Fig. 5. It follows that with an increase in the converted current, the hysteresis area increases and leads to errors exceeding 25% when converting large values of direct currents. To reduce this source of error, each reed switch is covered by a coil under excitation with alternating ampere turns, moreover, the return coefficient of the reed switches increases due to the excitation of the magnetic circuit of the reed switch by an alternating magnetic flux to such a value at which the hysteresis area decreases by an order of magnitude or more with the ratio of amperes of turns of alternating voltage to constant equal to 0.22.

The design of the magnetic system of a reed switch with a movable screen and a movable winding, in which the ratio of the magnetic voltages of switching off and switching on of reed switches can be increased by an order of magnitude or more due to additional ampere turns connected in series and opposite to the main ones. For

reed transducers with a movable shield, the additional ampere turns must be offset from the rest by 90° in phase.

By analyzing the flux distribution in the magnetic circuit of reed switches, as well as the results of experimental studies, according to which the magnetic disconnection voltage can be reduced to 0.05 of the magnetic switching voltage of the reed switches, the return coefficient increases to 0.8 and more.

Conclusion

The practical significance of the conclusion lies in expanding the functionality of industrially produced reed switches. The theoretical value lies in expanding the field of application of the theory of differential converters.

References:

1. Yasevich V.I., Karabanov S.M., Lokshtanova O.G., Shishkina L.V. Issledovanie Elektroosajdeniya Medno-Nikelevogo Pokrytiya Na Kontakt-Detali gerkonov [Study of Electrodeposition of Copper-Nickel Plating on Contact Details of Reed Switches] // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta. 2008. № 25. S. 89-92.
2. Sayfullin R.N. Tribologicheskie svoystva pokrytiy, poluchennykh elektrokontaktnoy privarkoy poroshkovykh materialov [Tribolytic properties of coatings obtained by electrocontact welding of powder materials] // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. -2012.
3. Arushanov K.A., Zelser I.A. Apparaturnye I Tekhnologicheskie Aspekty Sozdaniya Gerkonov S Nanostrukturirovannymi Kontaktnymi poverxnostyami [Hardware And Technological Aspects Of Creating Reed Switches With Nanostructured Contact Surfaces] // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta. 2009. № 29. S. 93-98. Shalabaev Ye.V. K voprosu ob opredelenii mexatroniki i ierarxii mexatronnykh ob'ektov [To the question of defining mechatronics and the hierarchy of mechatronic objects] // Datchiki i sistemy. 2010
4. Jantlesova A.B., Kletsel M.Ya., Mayshev P.N., Neftisov A.V. Identifikatsiya ustanovivshegosya toka korotkogo zamykaniya s pomoyu gerkonov [Identification of the steady-state short-circuit current using reed switches] // Elektrotehnika. 2014. № 4. S. 28-34.
5. Yumchenko A.S., Poduraev Yu.V. Adaptivnoe robototekhnologicheskie komplekсы dlya mexanicheskoy obrabotki i sborki [Adaptive robotic systems for machining and assembly] M: MGTU im N.E. Bauman, 2016.
6. Shalabaev Ye.V. K voprosu ob opredelenii mexatroniki i ierarxii mexatronnykh ob'ektov [To the question of defining mechatronics and the hierarchy of mechatronic objects] // Datchiki i sistemy. 2010.

METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

HEAT-CONDUCTING PROPERTIES OF POLYMERIC MATERIALS

Rano Yusupova

Senior teacher

Andijan machine building institute,

Uzbekistan, Andijan

E-mail: Yusupova.R1968@gmail.com

Asadillo Umarov

Student

Andijan machine building institute,

Uzbekistan, Andijan

E-mail: asadilloumarjonov9147@gmail.com

Go'zaloy Mirzaxonova

Student,

Andijan machine building institute,

Uzbekistan, Andijan

E-mail: mirzaxonovagozaloy@gmail.com

ТЕПЛОПРОВОДНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Юсупова Рано Касимджановна

ст. преподаватель,

Андижанский машиностроительный институт,

Республика Узбекистан, г. Андижан

Умаров Асадилло Абдулазиз угли

студент,

Андижанский машиностроительный институт,

Республика Узбекистан, г. Андижан

Мирзахонова Гузалои Гайрат кизи

студент,

Андижанский машиностроительный институт,

Республика Узбекистан, г. Андижан

ABSTRACT

In the given paper it is reduced data on the common of properties of heat conduction of solids, in particular it is displayed their special difference in the course of heat transfer of uncrystalline and crystalline polymers

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведены сведения об общих свойств теплопроводности твердых тел, в частности показано их особые отличия в процессе теплопередачи аморфных и кристаллических полимеров.

Keywords: flexible, a crystallite, a circuit, polymer, homogeneous, elasticity

Ключевые слова: гибкий, кристаллит, цепь, полимер, однородный, упругость

Introduction. When thermal conductivity is studied for solids, the equation of temperature, that is, the state resulting from the transfer of heat from the heated part to the rest, is understood. If a thin long rod is obtained, the temperature at the ends T_1 and T_2 , if the

length of the rod is $l = \chi$ obtained, then the temperature gradient of $\frac{\partial T}{\partial \chi}$ appears on the rod. This gradient creates a heat flow along the stem.

Fure's law of thermal conductivity is expressed as follows:

$$\bar{q} = -\chi \text{grad} \quad (1)$$

Where, $\bar{q}$ is the heat flux density vector (numerically, the amount of energy passing through the sample cross section per unit time)

χ - heat transfer coefficient ($Wt/sm \cdot K$)

Thermal conductivity reflects the energy transfer in itself. As with any other migration process, thermal conductivity has a relaxing nature. This is because when the temperature in an element is changed, the temperature gradient at the changed location creates a heat flux until it drops to zero. If an artificially constant temperature gradient is maintained, a constant (steady) heat flux will occur over time.

All solids can be divided into three major groups in terms of heat transfer:

1. Mirrors, polymeric materials (dielectrics);
2. Metals;
3. Composite polymer materials;

Heat transfer in polymeric materials is due to the vibration of crystal lattices, electrons in metals, and in composite polymeric materials due to crystal lattices and electrons.

Let us consider $\chi = f(T)$ the bonds of a single polymer in the crystalline and amorphous state (Fig. 1).

The main element in the structure of crystalline polymers are crystallites. It is known that polymers are divided into rigid chain polymers and flexible chain polymers depending on the type of chain. Solid-chain polymers form straight-line chains. Flexible chain polymers, on the other hand, form crystal plates-lamellae, which are folded with a certain regularity during crystallization. The lamellae, in turn, form larger spherulites. As can be seen from the above, crystalline lattices lie at the base of the lamellae and spherulites. If, as a set of harmonic oscillators in a crystal lattice, the normal oscillations are not related to each other and the oscillation amplitude is temperature dependent, no uniform distribution of energy is observed in such a system due to the independence of the individual oscillations and the absence of energy effects.

a-crystal sample; b-amorphous specimen

Figure 1. Temperature dependence of thermal conductivity

Debay proposed the following formula for determining the wavelength and thermal conductivity of grids [1]:

$$\chi = \frac{1}{3} C_v \cdot \bar{c} \cdot l \quad (2)$$

where, C_v - is the heat capacity corresponding to the unit volume

$\bar{c}$ - average sound speed

l - the average length of the path traversed by a free phonon

The duration of the phonon is as follows:

$$\tau = \frac{l}{\bar{c}} \quad (3)$$

At relatively high temperatures ($C_v = \text{const}$), the speed of sound is considered to be independent of the temperature at the Debay approach, since $l \sim 1/T^2$ is inversely proportional to the temperature. As the temperature decreases, l increases and at lower temperatures it becomes equal to the size of l crystals. If the temperature continues to drop, it will be $\chi \sim C_v$. At very low temperatures it is $C_v \sim T^3$, and varies with such regularity depending on the temperature 1. Thus, the thermal conductivity in crystalline polymers decreases with increasing temperature (Figure 1).

The development of a theory that allows the calculation of the thermal conductivity coefficient as a function of temperature is one of the serious problems in

solid state physics. Some deviations are allowed in solving this problem, and this is certainly not always the case.

In amorphous polymers, the study of thermal conductivity is complicated by the lack of arrangement of atoms along the translational symmetry. Regarding the structure of amorphous polymers, the famous American scientist A. Tobolsky said: "The structure of amorphous polymers is similar to thin pasta boiled in a pot; "Pasta molecules are in constant chaotic motion, their amplitude and speed depend on temperature" [2]. Therefore, the temperature-dependent change in the thermal conductivity in amorphous polymers differs qualitatively from the bonding of crystalline polymers $\chi = f(T)$.

Thus, it can be seen that amorphous polymers have a qualitatively completely different mechanism of thermal conductivity. Formula (2) is used to determine the thermal conductivity of amorphous polymers. The main problem is to determine the average length of the phonon's path. Using the results of a known experiment, it is possible to determine the average length of the path traversed by a phonon in some cases using formula (2). For example, Kittel showed that the average path length

of a phonon is equal to the size of the structural unit of an amorphous quartz glass [3]. In fact, the average length of a free-flowing phonon in a room-temperature quartz glass is $l = 8\text{\AA}$, and the size of a silicon tetrahedral cell is $7\text{\AA}$. At one time, Clemens made the same point when analyzing thermal conductivity.

Due to the disordered arrangement of atoms in amorphous polymers, the elastic property of the polymer varies from one point to another. If an elastic wave is propagated in such a polymer, the propagation of the wave will be the same as in a non-homogeneous medium. Thus, the speed of phonons also varies from one point to another. This in turn leads to an increase in the thermal conductivity of amorphous polymers with increasing temperature (Figure 1).

In short, in order to increase the thermal conductivity of polymeric materials, it is necessary to include compositions based on powder or fibrous metal, graphite, carbon and other materials with high thermal and electrical conductivity. Conversely, in order to reduce the thermal conductivity, it is advisable to create cellular structures in polymeric materials.

References:

1. Перепечко И.И. Введение в физику полимеров. М., 1978, 310 с.
2. Тобольский А. Свойства и структура полимеров. Пер. с англ. М., "Химия", 1964. 322 с.
3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. Изд. 2-е. Пер. с англ. М., Физматгиз, 1963, 696 с.
4. Клеменс П.В. Физика низких температур. Пер. с англ. М., Издательский центр "Издательство МГУ", 1959, 314 с.
5. Батаев А.А. Композиционные материалы. Новосибирск, Изд. НГТУ, 2002, 384 с.

BUILDING AND ARCHITECTURE

NUMERICAL MODELING OF THE OPERATION OF BORED INJECTION PILES
TO ASSESS THEIR BEARING CAPACITY**Badaulet Tassilov***Master student,
Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev,
Kazakhstan, Almaty***Zhanna Zhambakina***Candidate. tech. sciences, associate prof.,
Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev,
Kazakhstan, Almaty*ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ИХ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ**Тасилов Бақдаулет Мухтарұлы***магистрант,
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Республика Казахстан, г. Алматы***Жамбакина Жанна Мажитовна***кандидат. техн. наук, ассоциированный проф.
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Республика Казахстан, г. Алматы*

ABSTRACT

This article provides an overview of modern experimental and theoretical studies of the work of pile-slab foundations. The existing design methods and practice of erection of buildings on pile-slab foundations, taking into account their characteristic features, are considered. Drilling injection piles made using CFA technology are described, its main advantages and disadvantages are analyzed in comparison with other technologies of a pile device. solutions will be offered to the construction industry

АННОТАЦИЯ

В данной статье дается обзор современных экспериментальных и теоретических исследований работы свайно-плитных фундаментов. Рассмотрены существующие методы проектирования и практика возведения зданий на свайно-плитных фундаментах с учетом их характерных особенностей. Описаны буровые инъекционные сваи, изготовленные по технологии CFA, проанализированы его основные преимущества и недостатки по сравнению с другими технологиями свайного устройства. С помощью программ Midas GTS Plaxis рассмотрены существующие расчеты несущей способности свайно-плитного фундамента и влияния жесткости фундаментной плиты на деформацию грунтов основания. Рациональные решения будут предложены строительной отрасли

Keywords: midas GTS, 3D modeling, Floor slabs - foundations, design, construction, injection piles, foundation, plaxis, stiffness piles, soil, CFA technologies.

Ключевые слова: midas GTS, 3D-моделирование, плиты перекрытия-фундаменты, проектирование, строительство буровых инъекционных свай, фундамент, plaxis, жесткость свай, грунт, технологии CFA.

**Justification of the choice of the software package
and the parameters of the calculation model**

Recently, the development of computer technology dictates new trends and rules of modern research. Now the solution of almost any problems of geomechanics is unthinkable without the use of a computer. In addition,

model and full-scale experiments are clearly limited in the possible number of experiments. The complexity of numerical experiments is much lower and is not comparable with the complexity of full-scale and model experiments. An absolute advantage is the ability to test the

behavior of an element or structure in situations that are almost impossible to organize in full-scale experiments.

Numerical modeling is the solution of problems that do not have a closed solution (exact solution) [2]. In this case, the exact solution of the problem is presented in the form of a set of numbers that allows the engineer to get the information of interest. The most widespread received: methods of finite differences, boundary elements, finite elements, etc. The finite element method (FEM) has been widely developed in recent years) [1, 2, 3, 4, 5, 6 et al.]. It is universal and allows you to calculate any design with the necessary degree of accuracy and taking into account the influence of a number of factors. The famous mathematician R. Courant [9] first formulated the foundations of the finite element method (FEM) and gave impetus to the writing of many works, in particular the works of I. Altenbach, K. Bate, K. Brebbia, E. Wilson, A.S. Gorodetsky, O. Zenkevich, R.V. Clough, J. Connor, K. Morgan, J. Auden, V.A. Postnov, L.A. Razin, G. Strang, R. Taylor, M.J. Turner, N.N. Shaposhnikov, etc.

The approach in which the deformed state of the system is first determined, and then the distribution of stresses in it is established, is convenient and universal for solving problems of geomechanics and is called the displacement method. The essence of the method is as follows: the system is sampled into individual elements of finite dimensions connected to each other in nodes. For each element, the nature of the relationship between displacements and internal forces in the nodes is known, and the interaction of individual finite elements is the work of the discretized system. The solution to the problem of determining the stress-strain state of the system will be a state in which the conditions of compatibility and equilibrium are met.

The accuracy of the calculation under equal conditions depends on the number of degrees of freedom (nodes) of the approximating system, the increase of which leads to its growth. This circumstance is due to the fact that the conditions for the compatibility of deformations are met only at the nodes of the discretized system, and along the contact line of the finite elements, deformations can experience discontinuities.

The study of the stress-strain state of the FEM soil foundation is possible on the basis of various models of a continuous medium (deformation linear and nonlinear elastic models, elastoplastic). All soils, like many other materials, show inelastic behavior of the soil, with the occurrence of permanent (plastic) deformation. In many respects, it depends on the choice of the foundation soil model and the adequacy of predicting the stress-strain state of the soil massif.

In this paper, to simulate numerical studies of the interaction of a single pile with the ground on a compressive load, a well-known model of the theory of plasticity was adopted, which is based on the Coulomb — Mohr strength condition [6, 7, 8], the shape of the yield surface in the space of the main stresses of which is a hexagonal pyramid. To calculate the base soil according to this model, it is necessary to have five main input parameters: the total deformation modulus E_0 , the Poisson's ratio ν , the coupling c , the internal friction angle φ

and the dilatancy angle ψ . Their determination is carried out according to the typical dependencies between stresses and deformations obtained from the results of the test under conditions of triaxial compression.

According to the requirements of modern regulatory documents, as well as according to many scientists, a significant part of modern geotechnical problems requires the use of numerical calculations that ensure the completeness and reliability of the results.

In connection with the popularity of FEM and the rapid growth of computer performance, a large number of software complexes have flooded into the market for computer programs for design, which captivate potential buyers with colorful illustrations. Nevertheless, the main criteria for choosing a particular software package should be the reliability of the calculation results and verification with the results of field observations.

The choice of software systems for conducting numerical modeling of the behavior of drill-injection piles to assess their load-bearing capacity was made in favor of two well-known among specialists in this field-Plaxis 2d and Midas GTS. The Plaxis 2d computational complex is designed for complex calculations of the stress-strain state and stability of geotechnical objects of various purposes by the finite element method in the conditions of a plane problem. This software package is designed for the design justification of the designed structures at the stages of construction, operation and reconstruction. The Plaxis 2D program allows you to effectively solve complex geotechnical problems of modern high-tech construction.

Midas GTS has been developing since 1989. The software package is designed for the calculation of geotechnical structures: tunnels, dams, embankments, retaining walls, sheet piles, foundations of supports, piers, etc. Midas GTS makes it possible for engineers to intuitively create and analyze geotechnical and structural models in a complex. The modeling capabilities are well developed with integrated analysis capabilities that are strong with the unique capabilities of a balanced solver providing accurate results and fast calculations. In addition, the software automatically generates concise reports on the analysis performed. GTS is based on innovative technologies for calculating and designing tunnels and hydraulic structures.

The GTS program uses a multi-frontal Gaussian solver for systems with sparse matrices - one of the fastest solvers used in iterative nonlinear calculations of large-size spatial models.

The GTS program also supports two iterative solvers: PCG (conjugate gradient method) and GMRES (residual minimization method). Midas GTS implements 15 models of materials with elastic, elastic-plastic and other properties that can be set by the user.

Results of numerical simulation of the behavior of single drill-injection piles in sandy and clay soils

To analyze the deformations that occur in piles at stresses corresponding to full-scale tests, a flat and three-dimensional formulation of the problem is chosen. The planar problem was modeled in Plaxis 2d and, due to the symmetry, the 1/2 of the full-size model was used

(Figure 1, a), an axisymmetric problem. The spatial problem was solved in Midas GTS (Figure 1, b).

The obtained results of the precipitation from the action of the load are summarized in Table 1 and compared with the results of field tests of full-scale piles. The sediment obtained from the action of the F_a load, in the

Plaxis software package, is designated s_{cp} , and in the Midas GTS- s_{cm} , the s_a value corresponds to the full-scale data. The number of tests satisfies the minimum number to determine the reliability of the results and determine the required dependencies.

Figure 1. Examples of FEM calculation results: a) planar problem in Plaxis 2d; b) spatial problem in Midas GTS

Table 1.

Comparison of full-scale pile testing data with calculation results in Plaxis and Midas GTS software packages

Type of soil under the tip	d, mm dia-meter	l, m length	l/d	Load-bearing capacity according to EuroCod F_{da} , kN	Test draft $S_{a,MM}$	Draft in PC Plaxis S_{cp}	Draft in PC Midas GTS S_{cm}	$S_a \backslash S_c$	
								$S_a \backslash S_{cp}$	$S_a \backslash S_{cm}$
Medium sand, dense	250	15	60	1200	15.00	34.5	9.01	0.43	1.66
The sand is fine, dense	250	11	40	735	9.55	22.9	3.9	0.42	2.45
Gravelly sand, medium density	350	19	54.3	1200	14,90	22,1	9,9	0,67	1,51
Dusty sand, medium density	350	19	54,3	1400	5,88	6,1	9,7	0,96	0,61
Fine sand, medium density, water-saturated	400	22.5	56, 25	2750	32,5	24,7	11,05	1,32	2,94
Plastic sandy loam	630	24	38.1	4000	9,20	38,9	14,91	0,24	0,62
Loam	630	15	23,81	2200	33,15	-	21,12	-	1,57
Loam	630	11	17,46	1600	27,20	-	14,5	-	1,89
Loam	400	35	87,50	2500	28,20	61,4	15,8	0,46	1,78

From the analysis of the results of solving the FEM problems in a flat and spatial setting, it was found that the final result is influenced by many factors that depend both on the initial data entered into the calculation and on the parameters selected by the program user. Among

the main initial data that have a significant impact on the calculation result, the main properties of the material soil should be highlighted. These include the general modulus of deformation; the accuracy of its determina-

tion does not always meet the requirements of the calculation. In this regard, significant errors arise as a result of the calculation both towards the margin and towards the underestimation of deformations. Starting the calculation, the user chooses at his discretion a set of parameters and values, which also radically affect the result. The most significant are the number of nodes, the size of the mesh elements, and their geometry. There are guidelines and limits at which the required accuracy of the results is achieved. However, there are parameters for which there are no recommendations at all or are very poorly covered, and the user can set them based only on his own experience.

In connection with the above, it can be concluded that the FEM is a powerful tool in predicting the settlement of a bored injection pile from the action of the load. However, additional research is required to determine the initial parameters introduced into the calculation and to improve the quality of the data that determine the basic properties of the foundation soil.

Improvement of the method for assessing the bearing capacity of bored piles in sandy and clayey soils

To determine the bearing capacity of bored piles, made using CFA technology, correction factors are introduced into the Eurocode 7 calculation method, which make it possible to reliably predict the bearing capacity in sandy and clayey soils. Correction factors are determined depending on the pile diameter.

For piles with a diameter of 250 mm $< d < 350$ mm, the correction factor for the calculation of the bearing capacity is $k_i = 1.56$, with a pile diameter over 350 mm

$k_p = 1.99$. These values of the correction factors were obtained on the basis of the existing database of field tests of bored injection piles. The database contains the results of more than 100 field tests of full-scale drill injection piles in the Kazakhstan territory. The database is open for adding new test results, as well as adapting it to other soil conditions. The expansion of the database will make it possible to more accurately determine the correction factors for the calculation of the bearing capacity of bored piles.

References:

1. Sakharov A.S. Finite element method in mechanics of solids .- Kiev: 1982.-480 pp. [in Russian].
2. G.I. Shvetsov, I.V. Noskov, A.D. Slobodyan, G.S. Gos'kova; ed.G.I.Shvetsova. Foundations and foundations: a reference book - Moscow., 1991.-383 pp. [in Russian].
3. Rozin A.L. Fundamentals of the finite element method in the theory of elasticity / -Moscow, 1972 .-- 80 pp. . [in Russian].
4. Rozin A.L. Calculation of hydraulic structures on a digital computer. Finite element method - Leningrad, 1971.-213 pp. . [in Russian].
5. Strang G. Theory of the finite element method / G. Strang, J. Fix. — Moscow, 1977.-456 pp. [in Russian].
6. Fadeev, A B The finite element method in geomechanics— Moscow, 1987.-221 pp. [in Russian].
7. Fadeev A B Solution of geomechanical problems by the method of finite elements. - Tomsk, 1993 .-- 295 s[in Russian].
8. Amusin B. Application of the finite element method in solving problems of mining mechanics - Moscow, 1975 .-- 144 p. [in Russian].
9. Courant R. Variational methods for the solution of problems of equilibrium and vibrations [Bulletin of the American mathematical society]. - 1943. – 100pp [in USA].

CHEMICAL TECHNOLOGY

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-4.36-39

DEVELOPMENT OF EFFECTIVE DEMULSIFIERS ON THE BASIS
OF LOCAL RAW MATERIALS*Ilkhom Abdirakhimov**Senior teacher,
Karshi engineering-economic institute
E-mail: abdirahimov.ilhom@mail.ru*РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ
НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ*Абдирахимов Илхом Эшбаевич**ст. преподаватель,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республики Узбекистан, г. Карши*

ABSTRACT

For the destruction of highly resistant water-oil emulsions of heavy oils, cotton oil is obtained for technical purposes by extraction with a hydrocarbon solvent. Technical cotton oil, along with triacylglyceride, contains gossypol, chlorophyll and their derivatives, which have certain surface-active properties.

АННОТАЦИЯ

Для разрушения высокоустойчивых водонефтяных эмульсий тяжелых нефтей деэмульгированное хлопковое масло для технических целей получают методом экстрагирования углеводородным растворителем.

Техническое хлопковое масло наряду с триацилглицеридом содержит госсипол, хлорофиллы и их производные, которые имеют определенные поверхностно-активные свойства.

Ключевые слова: нефтяные эмульсии, высокоустойчивые водонефтяные эмульсии, деэмульгирование, госсипол, хлорофилл, ионоген, сульфогруппа, экстракцион, деэмульгатор, щелочная обработка, обезвоживание, обессоливание.

Keywords: oil emulsions, highly resistant water-oil emulsions, demulsification, gossypol, chlorophyll, ionogen, sulfogroup, extraction, demulsifier, alkaline treatment, dehydration, desalination.

Part of heavy oils form highly stable water-oil emulsions, destruction for a long time (more than 10-12 hours) practically does not occur due to the high content of asphaltene, resins, paraffins, ceresins, mechanical impurities, mineral salts, and others.

These substances, together with the formation of associates and micelles stick together into complicated complexes which form high-strength armor shells of water globules. The use of highly active demulsifiers, even with a high excess, does not always allow the destruction of a stable oil-water emulsion [1].

Therefore, research is currently carrying out to develop effective demulsifiers on the basis of local raw materials [2].

In order to prevent the formation, as well as to destroy the already formed oil emulsions, demulsifiers - surfactants, which, unlike natural emulsifiers, contribute to significant decrease in the stability of oil emulsions are widely used [3].

The effect of the demulsifier on the oil emulsion is based on the fact that the demulsifier which is being adsorbed at the oil-water interface, displaces and replaces less active surface-active natural emulsifiers [4].

Natural emulsifiers are considered natural surfactants which are found in oil (asphaltene, naphthenes, resins, paraffins) and in reservoir water. Demulsifiers should be more active than emulsifiers. The pellicle which is formed by the demulsifier, is less durable. As the demulsifier accumulates on the surface of the water droplets, forces of mutual attraction arise between the latter. As a result, small dispersed water droplets form large droplets (flakes), which pellicle around water globules are usually retained [5]. The process of formation of large flocs from finely dispersed water droplets as a result of the action of demulsifier is called flocculation. In the process of flocculation, the surface pellicle of water globules becomes sufficiently weakened, its destruction occurs and the water globules merge. The process of coalescence of water droplets is called

coalescence. Good demulsifiers should not only bring the dispersed water droplets in the emulsion closer together, but also destroy the surrounding pellicles and promote coalescence.

More than 25 large fat-and-oil enterprises are successfully operating in Uzbekistan, where cottonseed oil for technical purposes is obtained by the method of extraction with hydrocarbon solvent. Technical cottonseed oil, along with triacylglyceride, contains gossypol, chlorophyll and their derivatives, which have certain surfactant properties [6].

For example, the general formula of gossypol has the form $C_{30}H_{30}O_8$ in chemical reactions, it behaves like a strong dibasic acid, namely polyphenol. Gossypol, interacting with alkali, for example with NaOH, forms phenolates, namely, sodium gossypolates which is dissolving in water, exhibit surface-active properties during demulsification of water-in-oil emulsions of heavy oils [1].

The reaction of gossypol and alkali proceeds according to the following scheme:

As you can see, saponification of gossypol with aqueous solution of alkali, for example, NaOH, makes it

possible to obtain ionic surfactant, which has good wetting and foaming properties [7].

Figure 1. Block diagram of the production of sodium salts of sulfonated cottonseed oil for demulsification of stable VNE and NSHE heavy oils

Nowadays the development of demulsifier production is aimed at obtaining surfactants containing a sulfo group (SO_2OH) or sulfate group - OSO_2OH . Taking this into account, we have synthesized demulsifiers which contain the aforementioned sulfur-containing groups on the basis of technical extraction cottonseed oil. In fig. 1 is shown a block diagram of the preparation of demulsifier which contains group.

Sulfurization of the extraction cottonseed oil was carried out by treating it with sulfuric or sulfidic acid. Sulfonated surfactants exhibit good demulsifying properties after alkaline treatment. This can be obtained on

the basis of high molecular weight unsaturated fatty acids or hydroxy acids, as well as using esters or alkylated amides.

Basically, many demulsifiers are obtained by sulfonation of alkylated aromatic hydrocarbons with their subsequent neutralization or esterification of the resulting sulfonic acids.

We have synthesized 2 types of sulfur demulsifier (SD-1 and SD-2), where the first was obtained using sulfate acid, and the second - sulfide (Table 1) in order to do this.

Table 1.

Indicators of residual water content in VNE which was achieved at K-1 (KNR) and SD-1, SD-2

Demulsifier name	Demulsifier consumption, g/t	Initial water content, %	Residual water content in VNE, %
K-1 (KNR) (control)	60	31,0	1,5
СД-1	40	30,5	1,0
СД-2	50	30,8	0,9

From table. 1 is seen that the developed sulfurous demulsifier on the basis of extraction cottonseed oil removes water deeper than the well-known K-1 (KNR).

The specific consumption of demulsifier is considered the main technical and economic indicator of the processes of dehydration and desalination of water-in-oil emulsions, especially heavy oils.

We have studied this indicator during the destruction of stable VNE which is formed from heavy oils of JSC "Jarkurganneft".

Removing mineral salts on developed sulfurized demulsifier is of certain scientific and practical interest, in that it helps to prevent corrosion of equipment.

The change in the residual content of mineral salts in heavy oils during their demulsification with various surfactants is shown in fig. 2.

Figure 2. Change in the residual content of mechanical salts (OCC) depending on the consumption of demulsifiers (q_0): 1 - for K-1 (KHP); 2 - for the developed sulfurized demulsifier (SD-1); 3 - for SD-2

As we can see from fig. 2, increasing the consumption of the known K-1 demulsifier (KHP) and the developed residual content of mineral salts (SD-1 and SD-2) in heavy oils exponentially decrease. At the same time, more removal of mineral salts is observed when using SD-2 and SD-1 than K-1 (KHP), which can be explained by the nature and chemical composition of the former.

We have studied the main colloidal-chemical characteristics of the known and developed demulsifiers.

It can be seen from table.2 that the proposed demulsifier is more active in comparison with the known demulsifier, namely, it has a high surface tension, washing and foaming properties, which is very important in the destruction of stable VNE formed from heavy oils.

Table 2.

Indicators of the known K-1 and developed SD-1, SD-2 demulsifiers

Name of demulsifier	pH	Superficial tension, dyn/cm	Washing ability, %	Foaming capacity at 25° C, cm ³
K-1 (KHP) (Control)	9,1	33	78	22
СД-1	8,3	37	92	28
СД-2	8,5	35	90	26

Thus, carried out studies show that instead of the imported K-1 demulsifier (PRC), technical extraction cottonseed oil can be used as a base. The presence of sulfur compounds, gossypol, chlorophyll and their derivatives in it makes it possible to increase its demulsifying properties.

Practice shows that the selection of the optimal composition of the demulsifier composition for the destruction of each type of stable oil-water emulsions is very difficult. It becomes especially problematic if the emulsions contain such highly dispersed inclusions that were introduced into wells during oil production in order to increase their oil recovery. Such additives are more often chemicals (surfactants, soaps, etc.), mineral impu-

rities (salts) in large quantities, which complicate the selection of demulsifier composition for oil demulsification.

It can be seen from table.1 and fig.1 that the amount of residual water in oil with increasing the consumption of demulsifiers within 40–60 g/t, decreases, which indicates increasing the degree of its demulsification.

In terms of demulsifying ability, the studied demulsifiers are arranged in the following decreasing row:

$$SD-2 > SD-1 > K-1.$$

Therefore, we can assume that the developed demulsifier SD-1 is relatively more active than the other demulsifiers which are emphasized above.

References:

1. Abdiraximov I.E., Karimov M.U., Djalilov A.T. Synthesis and study of demulsifiers on the basis of polycarboxylate ethers. Aktualnyye problemy i innovatsionnyye tekhnologii v oblasti yestestvennykh nauk // Sbornik nauchnykh trudov. Mejdunarodnaya nauchno-prakticheskaya on-line konferentsiya.- Tashkent. TashGTU, 2020.87-92 st.
2. Lutoshkin G.S. Collection and preparation of oil, gas and water. -M. : TID Alliance, 2005.319 s.
3. Ploxova S.Ye., Sattarova E.D., Yelpidinskiy A.A. Izucheniye vliyaniya anionnykh i kationnykh PAV na deemulgiruyushchuyu effektivnost neionogennykh PAV // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. - 2012. - T. 15. - №. 16.
4. Uchayev A.Ya. Development of composite compositions on the basis of PAV for the development of resistant emulsion vodoneftyanykh. - dissertation. on soisk. three st. k.t.n. - g. Moscow -2013. - 121 s.
5. Buronov F.E., Abdiraximov I.E. Prirodnyye bitumy i tyazhelye nefti, problemy ixosvoyeniya.Fundamentalnyye i prikladnyye issledovaniya: ot teorii k praktike: materialy II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, priurochennoy / T.3. - Voronezh, 2018. - 286 p.
6. Абдирахимов И.Э., Курбанов. А.Т., Буранов.Ф.Э., Самадов.А.Х.Технология переработки тяжелых нефтей и нефтяных остатков путем применения криолиза научно-практический электронный журнал “Аллея Науки” Выпуск №12(39) (том 3), (Декабрь, 2019).

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 2(83)
Февраль 2021

Часть 4

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: mail@7universum.com
www.7universum.com

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»

630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3

16+