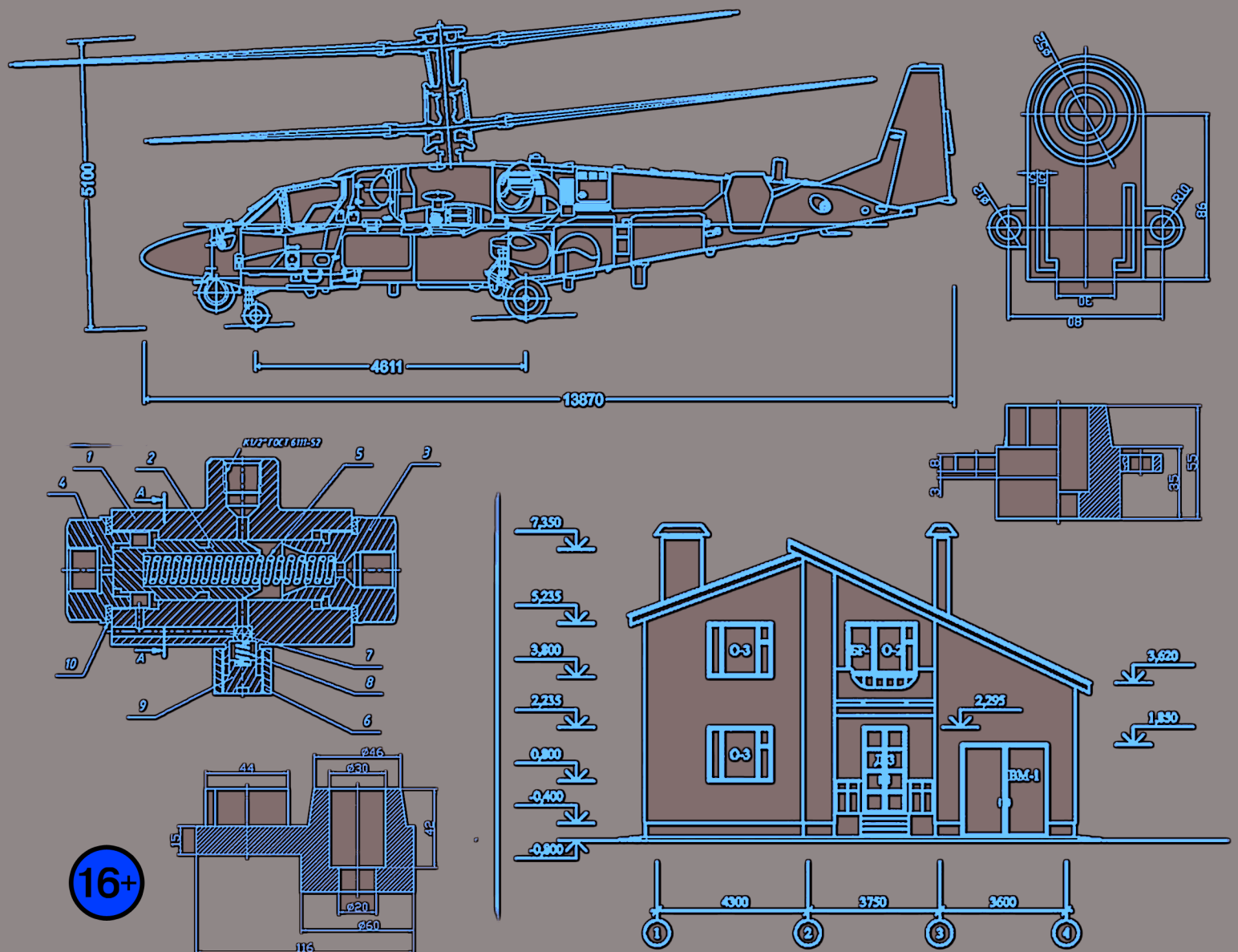


ТЕХНОЛОГИИ

ТЕХНИКА

ИНЖЕНЕРИЯ

международный научный журнал



ISSN 2500-090X

ТЕХНИКА ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРИЯ

Международный научный журнал

№ 1 (07) / 2018

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Члены редакционной коллегии:

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук*

Коварда Владимир Васильевич, *кандидат физико-математических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Мусаева Ума Алиевна, *кандидат технических наук*

Прончев Геннадий Борисович, *кандидат физико-математических наук*

Семахин Андрей Михайлович, *кандидат технических наук*

Сенюшкин Николай Сергеевич, *кандидат технических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

Руководитель редакционного отдела:

Кайнова Галина Анатольевна

Ответственный редактор:

Осянина Екатерина Игоревна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 10.02.2018. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ. Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*
Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*
Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*
Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*
Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*
Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*
Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*
Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*
Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*
Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*
Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*
Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*
Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*
Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*
Колпак Евгений Петрович, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, *доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)*
Курпаяниди Константин Иванович, *доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*
Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*
Кыят Эмине Лейла, *доктор экономических наук (Турция)*
Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*
Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*
Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*
Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*
Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*
Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*
Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*
Узаков Гулом Норбоевич, *доктор технических наук, доцент (Узбекистан)*
Федорова Мария Сергеевна, *кандидат архитектуры (Россия)*
Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*
Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*
Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*
Шуклина Зинаида Николаевна, *доктор экономических наук (Россия)*

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Гасанов И.Р.

Некоторые особенности проявления неньютоновских свойств нефтей в процессе разработки и исследования методом установившихся отборов. 1

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Абдрахманов Р.Б., Рустамов Н.Т., Амитова А.Т.

Эффективность управления активной системой объекта 6

Бондин Ю.А., Спирин Н.А.

Решение задачи количественной оценки техногенных рисков для магистральных газопроводов в среде геоинформационной системы ArcGis Desktop 10

Паршков А.Е.

Информационные технологии и их применение в сфере жилищно-коммунального хозяйства ... 14

ЭНЕРГЕТИКА

Голубев Р.О.

Влияние тенденций на рынке энергоресурсов на энергетику газозовосожженного природного газа 17

МЕТАЛЛУРГИЯ

Габельченко Н.И., Мишустин О.А., Хантимирова С.Б.

Повышение качества отливок из стали 110Г13Л путем оптимизации режима термической обработки 21

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Бафаев Д.Х., Шаропов М.Н.

Эффективный способ повышения прочности поверхностных слоев деталей машин 24

ТРАНСПОРТ

Голубь К.Л., Гузова Л.Ю., Григорьян А.А., Хейгетян С.А., Явруян А.С.

Анализ аварийных ситуаций на канатных дорогах и повышение безопасности при эксплуатации канатных дорог 29

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Забенкова Н.А., Галкин Н.С., Стоякова К.Л., Бесфамильная Е.М.

Анализ вариативных способов заморозки грунта 32

Рахматов Х.Б., Султонов Н.Н., Буронов Ф.Э.

Исследование процесса конверсии сульфата калия из хлорида калия Тюбегатанского месторождения и мирабилита Темрюкского месторождения 35

Юлдашев Т.Р., Рахматов Х.Б., Набиев О.К. Изучение влияния температуры на конверсию сульфата калия	39
Юлдашев Т.Р. Изучение плотности и вязкости суспензии в конверсии сульфата калия	42
Якушова Н.Д., Пронин И.А. Исследование фотокаталитической активности тонких пленок ZnO<Cu, Fe>, полученных золь-гель методом, в модельной реакции окисления метиленового синего	46
НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	
Поезжаева Е.В., Самойленко Н.А. Модернизация работа — чистильщика аквариумов (МОАИ) с применением композиционных материалов и технологии беспроводной зарядки	49
Прокопьев Н.Я., Извин А.И., Кузнецова Н.Е., Комаров А.П. Ретрофаринготом (патент на полезную модель № 145499)	52

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Некоторые особенности проявления неньютоновских свойств нефтей в процессе разработки и исследования методом установившихся отборов

Гасанов Ильяс Раван оглы, старший инженер

Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (г. Баку, Азербайджан)

В статье изучаются проявления неньютоновских свойств нефти, характеристики пористых сред и работающей мощности продуктивного пласта в процессе разработки и при проведении исследований методом установившихся отборов.

Ключевые слова: неньютоновские свойства, метод установившихся отборов, фильтрация, начальный градиент

The article studies the manifestations of non-Newtonian properties of oil, the characteristics of porous media and the working capacity of the productive formation in the process of development and during the studies by the method of steady selection.

Keywords: non-newtonian properties, the method of steady selection, filtration, initial gradient

В процессе разработки залежей нефти со структурно-механическими свойствами возникает ряд сложных и специфических задач, связанных с изучением физических и гидродинамических основ проявления неньютоновского характера фильтрации в пористой среде.

К настоящему времени выполнено значительное количество теоретических и экспериментальных работ по изучению аномальных свойств нефтей. Установлено, что неньютоновские характеристики более полно проявляются при фильтрации нефтей в пористой среде с низкими коллекторскими свойствами 2, 3, 4. Опыты показывают на наличие двух критических градиентов давления, из которых первый (начальный) соответствует градиенту давления, при котором начинается движение нефти по самым большим поровым каналам и трещинам. По мере увеличения депрессии (P) в процесс фильтрации вовлекаются все более мелкие поры, и при втором критическом градиенте давления фильтрация уже происходит по всем основным порам 3. Возможно наличие трех критических градиентов давления — трехслойный пласт.

В 2, 3, 5 предложены методы определения величины начального градиента давления (ΔP_0), по данным промысловых исследований, методом установившихся отборов и снятием кривых «двустороннего» восстановления давления.

Анализ существующих работ показывает, что исследование методом установившихся отборов является одним из основных источников получения достоверной информации о фильтрации, свойствах продуктивных

пластов и проявлениях неньютоновских характеристик нефтей.

Факторы, влияющие на проявление неньютоновских нефтей в процессе разработки, различны и далеко не все установлены.

В связи с этим представляют интерес изменения реальных свойств нефти, характеристик пористых сред и работающей мощности в процессе разработки и при проведении исследований методом установившихся отборов.

В данной работе этим методом изучаются некоторые характеристики пористых сред и структурно-механические свойства насыщающих их флюидов по данным исследования скважин и пластов месторождения Котур-Тепе.

Месторождение разрабатывается с 1958 года. Структура его тектоническими нарушениями разделена на отдельные блоки, условно группирующиеся в три обособленных участка с различными геологоэксплуатационными характеристиками: западный, центральный и восточный. Нефтяные залежи установлены и разрабатываются в апшеронских, акчагыльских отложениях, в верхней и нижней частях красноцветной толщи. Нефти указанных залежей отличаются сравнительно большим содержанием парафина (до 10%) и смол (2030%) и, как установлено в 1, обладают структурно-механическими свойствами.

Скв. 120 эксплуатирует III горизонт верхнего красноцвета на западном крыле. В скважине с 1964 г. по 1967

год проведены четыре исследования методом установившихся отборов с интервалом в один год. Характерно, что первые три исследования выполнены на четырех ре-

жимах при одинаковых штуцерах. Результаты исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ № пп	Дата исследования	$d_{шт}$, мм	$P_{зab.}$, МПа	ΔP , МПа	q_H , т/сут	$q_H/\Delta P$, т/сут. МПа
1	2631.03 1964	4	19,62	0,47	52,0	111
2		7	19,30	0,79	152,5	193
3		10	19,02	1,07	361,0	337
4		13	18,82	1,27	595,6	469
1	1619.02 1965	4	19,13	0,23	39,2	170
2		7	19,03	0,38	137,0	361
3		10	18,90	0,51	310,0	608
4		13	18,78	0,63	499,4	793
1	0310.03 1966	4	18,75	0,17	49,0	280
2		8	18,58	0,34	197,6	581
3		10	18,48	0,44	328,2	746
4		13	18,26	0,66	629,1	953
1	03–13,02 1967	8	18,34	0,40	190,0	475
2		9	18,25	0,49	230,0	469
3		10	17,97	0,77	360,0	468
4		12	17,90	0,84	519,0	618

Как видно из таблицы, за период 1964–1967 гг. значения забойных давлений уменьшаются, а дебиты нефти практически остаются без изменения. Коэффициент продуктивности ($q_H/\Delta P$) от режима к режиму при каждом исследовании увеличивается. Происходит его общее увеличение в течение 1964–1966 гг.

Графический вид полученных данных в координатах q_H от ΔP и $q_H/\Delta P$ от ΔP показан на рис. 1 и 2.

Первые исследования проведены в марте 1964 года. По результатам исследования построена индикаторная кривая в координатах q_H от ΔP (кривая 1, рис 1). По ее форме можно было предположить, что она проходит через начало координат. Однако, как было сказано выше, нефти данного месторождения имеют структурно-механические свойства. Значит, здесь должен быть начальный градиент (ΔP_0), и на самом деле индикаторная кривая не будет проходить через начало координат.

В 5 предложена методика для определения ΔP_0 в случае криволинейных индикаторных кривых. Однако и при ее использовании не все индикаторные кривые приводятся к прямой линии, по которой можно было определять ΔP_0 . Как видно из рис. 2, (кривая 1) график по результатам обработки данных кривой 1 в координатах $q_H/\Delta P$ от ΔP тоже является криволинейным и состоит из двух прямолинейных участков. Каждый из них отсекается линией ΔP в разных точках (0,11 и 0,56 МПа), значит, для ΔP_0 имеются два значения. Это возможно в результате подключения дополнительной мощности, что требует своего дальнейшего изучения.

График, построенный по результатам обработки второго исследования в координатах q_H от ΔP , также является криволинейным (рис. 1, кривая 2), но в координатах $q_H/\Delta P$ от ΔP он приводит к прямолинейному виду (рис 2, кривая 2). Она отсекает линию ΔP в точке 0,13 МПа, что является в этом случае значением ΔP_0 . Она совпадает с найденным значением начального градиента давления по первой части кривой 1 рис. 2 и подтверждает наличие структурно-механических свойств у добываемой нефти. Характерно, что по результатам третьего исследования наличие ΔP_0 не устанавливается. В четвертом опять появляется начальный градиент, что, по всей вероятности, еще раз связано с подключением новой мощности. Здесь следует отметить, что в скв. 120 ствол перфорирован в интервале 1588–1635 м, раздельно в интервалах 1588–1596 м, 1599–1604 м, 1606–1610 м, 1611–1619 м, 1622–1629 м, 1631–1635 м. Как видно, эксплуатационный объект является слоистым. В нефтепромысловой практике установить различие в свойствах нефти отдельных слоев единого объекта, тем более в небольших интервалах (в данном случае 47 м) невозможно. Значит, наличие второго значения начального градиента связано с неоднородностью эксплуатационного объекта. В данном случае объект является двухслойным. Однако, по результатам четвертого исследования, можно предположить, что еще не вся мощность дренируется.

Индикаторные кривые (рис. 1) со временем постепенно выпрямляются и в четвертом исследовании по результатам трех точек становятся прямолинейными, причем, проходящими через начало координат. Теперь

скв. 120

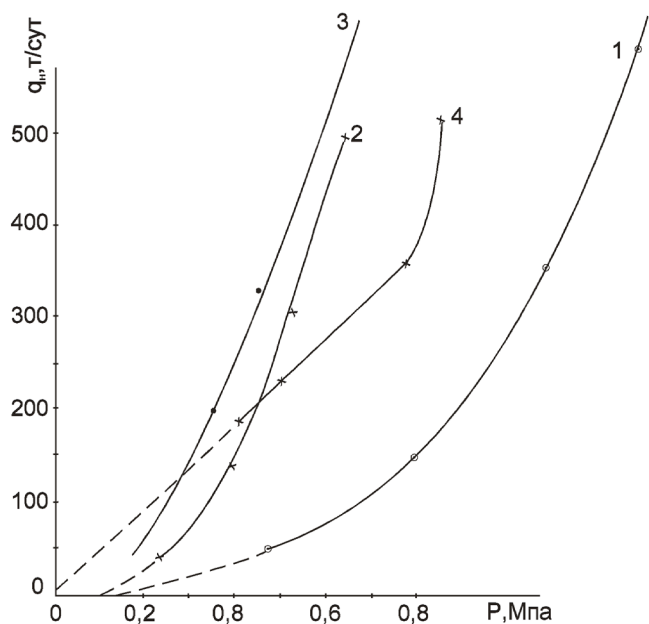


рис. 1

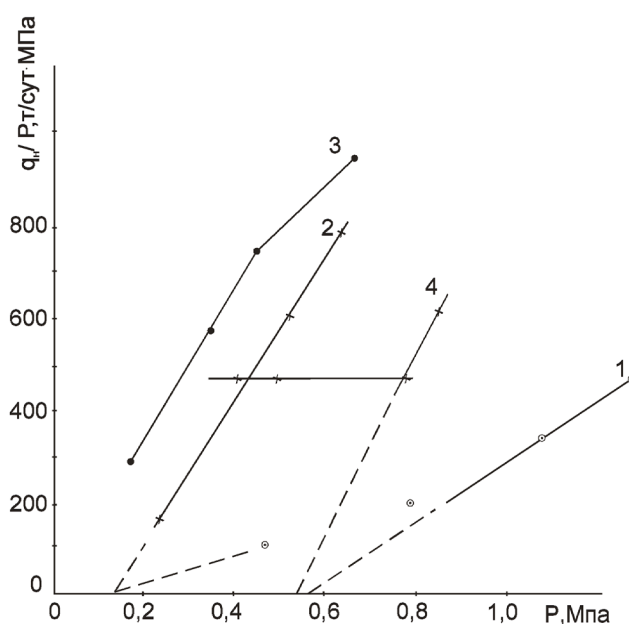


рис. 2

выясним, какие физические процессы могут привести к такому изменению. Будем считать, что за период I, II, III исследования и при трех точках четвертого исследования работающая мощность продуктивного пласта не меняется. Забойные давления ($P_{заб}$) однако в одних и тех же условиях уменьшаются (табл. 1). В период исследования (1964-1966 гг.) скважина эксплуатировалась через 10 или 13 мм штуцер. $P_{заб}$ между первым и третьим исследованиями в указанных режимах эксплуатации снизилось соответственно на 0,54 и 0,56 МПа. При этом дебит нефти увеличился на 30 т/сут., рабочее давление (P_0) на устье скважин изменилось на 0,30 МПа (стало 6,2 МПа). Если исходить из выражения

$$P_{заб} = \frac{\gamma H}{10},$$

где $P_{заб}$ — давление на забое скважин, γ — средний удельный вес смеси в стволе, H — средняя глубина фильтра, средний удельный вес соответственно будет 764,5 и 748,4 кг/м³. Уменьшение удельного веса происходит в результате увеличения объемного коэффициента и уменьшения вязкости нефти в процессе разработки. Таким образом, уменьшение вязкости в итоге приводит к уменьшению $P_{заб}$, увеличению коэффициента продуктивности и постепенному уменьшению искривления индикаторной кривой.

Сква. 124 также эксплуатирует III горизонт на западном крыле, только в противоположной стороне тектонического нарушения. Эксплуатационный объект, как и в скв. 120, перфорирован поинтервально, что связано со слоистостью и, возможно, с неоднородностью коллектора.

В скважине за период 1962–1966 гг. проведены четыре исследования. Результаты исследования приве-

дены в табл. 2. Их графический вид в координатах от ΔP и $q_n/\Delta P$ от ΔP представлен соответственно на рис. 3 и 4. Как видно из таблицы 2, $P_{заб}$, как в табл. 1, в процессе разработки снижается. Однако поведение ΔP и $q_n/\Delta P$ резко отличается от характера их изменения в скв. 120. В скв. 124 более искривленная индикаторная кривая получена при третьем исследовании, т. е. через три года после вступления скважин в эксплуатацию. Причем форма и характер изменения аналогичны кривой 1 (рис. 1), схож и характер изменения коэффициентов продуктивности, что подтверждает вероятность подключения дополнительной мощности. Здесь характерны результаты обработки I и II исследований. Они проводились соответственно в 1962 и 1964 гг. (табл. 2). Несмотря на то, что пластовое и забойное давления снижаются, индикаторные кривые (рис. 3, кривые 1 и 2) по форме и характеру изменения одинаковы и практически прямолинейны. Получается, что в отличие от скв. 120, здесь реальные свойства нефти (вязкость и объемный коэффициент) в зависимости от давления, не меняются.

Однако по результатам III и IV исследований видно, что это не так. Тогда совпадение результатов I и II исследований следует объяснить постепенным увеличением работающей мощности. При этом, с одной стороны, из-за изменения реальных свойств от давления фильтрационные свойства добываемой нефти улучшаются, а с другой стороны (с подключением новой мощности), ухудшаются. Таким образом, эти факторы компенсируют друг друга, и свойства добываемой нефти в итоге остаются без изменения. Уменьшение темпа роста коэффициента продуктивности в конце второго исследования показывает, что работающая мощность больше не увеличивается, и фильтрационные свойства стабилизируются. Это подтверждается результатами обра-

№ № пп	Дата исследования	$d_{шт.}$ мм	$P_{заб'}$ Мпа	$\Delta P,$ МПа	$q_H,$ т/сут	$q_H/\Delta P,$ т/сут. атм.
1.	2529.12 1962	4	20,14	0,30	50,0	167
2.		7	19,97	0,47	152,4	324
3.		10	19,84	0,60	324,7	541
4.		13	19,70	0,74	492,7	666
1.	14.0521.04 1964	4	19,60	0,27	51,4	189
2.		7,3	19,42	0,45	164,0	364
3.		10	19,26	0,61	335,0	549
4.		13	19,06	0,81	505,0	627
1.	10.0502.04 1965	4	18,93	0,46	49,2	107
2.		7,3	18,10	1,29	153,5	119
3.		10	17,74	1,65	299,5	181
4.		13	17,46	1,93	499,5	259
1.	0427.04 1986	7	18,34	0,42	130,0	310
2.		9	18,15	0,61	232,0	380
3.		10	18,04	0,72	280,0	389
4.		13	17,34	1,42	510,0	359

ботки данных третьего исследования. Как видно из рис. 4 (кривая 3), в первой половине исследований коэффициент продуктивности остается постоянным, после чего начинает расти. При четвертом исследовании $q_H/\Delta P$ вначале растет, а потом начинает уменьшаться. В результате получаются две ломаные линии, точка пересечения которых соответствует динамическому значению давления насыщения. Таким образом, начиная со второй половины второго исследования и кончая половиной четвертого исследования, все ломаные линии являются логическим продолжением друг друга и подчиняются за-

конам фильтрации обычных нефтей. Наличие начального градиента давления установлено по результатам I и II исследований и второй части третьего исследования.

Таким образом, устанавливается закономерность изменения структурно-механических характеристик аномальных нефтей в процессе разработки. На конкретных примерах показано наличие нескольких значений начального градиента давлений, что, вероятнее всего, обусловлено изменением коллекторских свойств пористой среды в результате подключения дополнительной мощности. Подключение в скважинах происходит раз-

скв. 124

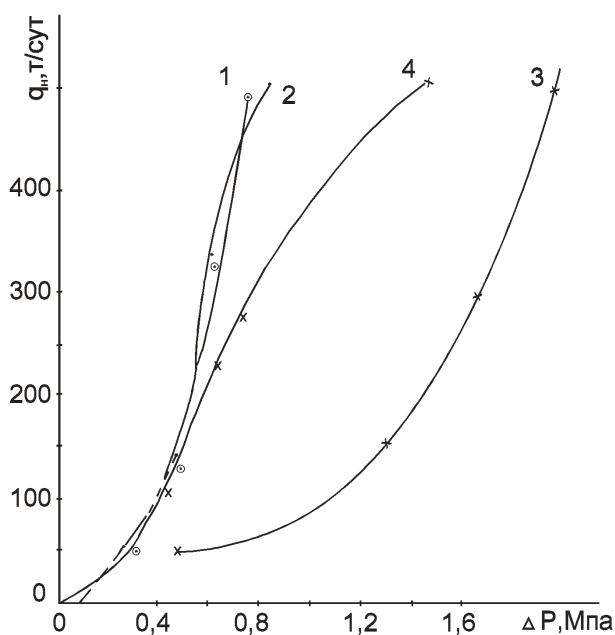


рис.3

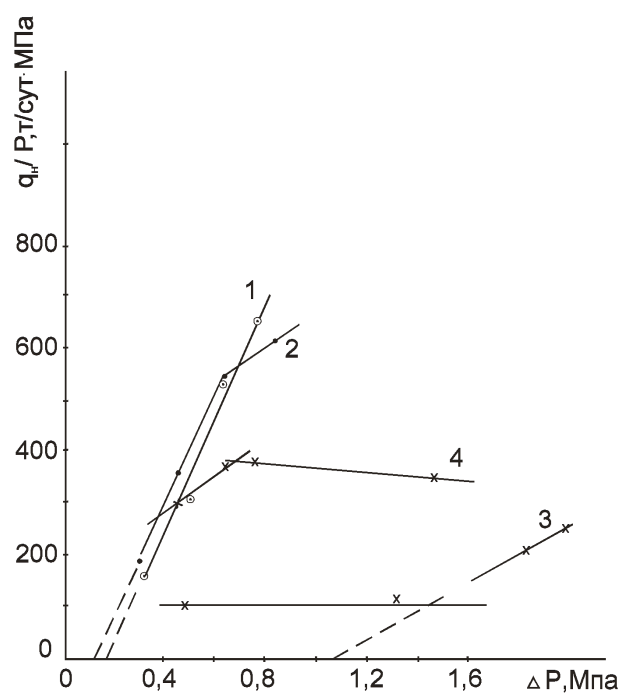


рис.4

новременно в зависимости от зональной неоднородности коллектора и характера изменения пластового давления.

Первое значение начального градиента давления соответствует началу притока жидкости в скважину. Второе значение указывает на подключение дополнительной мощности. Увеличение работающей мощности может происходить неявно по-разному, как плавно, постепенно, так и резко скачкообразно. Это определяется по характеру изменения индикаторной кривой, как, например, в скв. 120 (рис. 3, кривые 1 и 2).

Структурно-механические свойства нефтей меняются в процессе разработки и в последующем превращаются в обычные ньютоновские. По всей вероятности, эти изменения происходят и в процессе фильтрации од-

нофазной нефти при незначительном изменении пластового давления.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Анализ обработки результатов многочисленных исследований методом установившихся отборов, особенно трех-четырёх исследований в одной скважине устанавливает многослойность эксплуатационного объекта.

2. Установлено влияние пористой среды на ньютоновские характеристики нефтей. Показано, что с ухудшением коллекторских свойств, начало движения нефти запаздывает.

3. По изучению формы и характера изменения индикаторных кривых установлено, что в процессе разработки со снижением пластового давления структурно-механические свойства нефтей исчезают.

Литература:

1. Ч. Атабаев, Р. Аллахвердиев. О структурно-механических свойствах нефтей месторождения Котур-Тепе. / Изв. вуз.: Нефть и газ, № 11, 1969.
2. Ф. Х. Мирзаджанзаде, А. Г. Ковалев, Ю. В. Зайцев. Особенности эксплуатации месторождений аномальных нефтей. М.: Недра, 1972, с. 200.
3. Горбунов, А. Т. Разработка аномальных нефтяных месторождений. М.: Недра, 1981, с. 240.
4. К. С. Басниев., А. М. Власов и др. Подземная гидравлика, М.: Недра, 1986, с. 303.
5. М. Т. Абасов., Ч. Т. Атабаев и др. Методика определения нелинейного эффекта по кривым изменения коэффициента продуктивности скважин от депрессии. Изв. АН Азерб. ССР, № 1, 1977, с. 7.

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Эффективность управления активной системой объекта

Абдрахманов Рустам Бахтиёрулы, кандидат технических наук, и. о. доцента;

Рустамов Насим Тулегенович, доктор технических наук, доцент;

Амитова Асел Танирбергенкызы, магистрант

Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Яссави (г. Туркестан, Казахстан)

Работа посвящена анализу актуального вопроса ТАС (теория активных систем), связанного с оценкой эффективности управления системой. Этот вопрос впервые предлагается рассматривать, учитывая потенциал активной системы Π_o^{Ac} , состоящий из трех компонентов: внешний потенциал $\Pi_{вн}^{Ac}$, внутренний потенциал $\Pi_{вт}^{Ac}$ и потенциал управления Π_y^{Ac} . Доказана, что активизация Π_y^{Ac} влияет на эффективность управления системы. При этом раскрывается суть модели управления $G(\eta)$ как психологическая реакция элементов системы на управляющие воздействия центра. Показан алгоритм процедуры административного контроля, формирующий сообщения \hat{S} о выполнении заданного плана элементами этой системы. Введено условие, искажающее сообщения \hat{S} элементами системы и влияние такого сообщения на эффективность управления. Рассмотрены возможности оценки манипулируемости сообщений \hat{S} в зависимости от Π_o^{Ac} и роль процедуры административного контроля в такой оценке.

Ключевые слова: активная система, элементы активной системы, потенциал активной системы, эффективность управления, процедура административного контроля, манипулирование сообщением, модель управления.

Введение

Рассмотрим классическую формулировку задачи управления некоторой (пассивной или активной) системой [1,2] с учетом потенциала Π_o^{Ac} этой системы, состоящего из трех компонентов [3]: внешний потенциал $\Pi_{вн}^{Ac}$, внутренний потенциал $\Pi_{вт}^{Ac}$ и потенциал управления Π_y^{Ac} , т. е.

$$\Pi_o^{Ac} : \Pi_{вн}^{Ac} \& \Pi_{вт}^{Ac} \& \Pi_y^{Ac} . \quad (1)$$

Пространственный вид потенциал Π_o^{Ac} активной системы можно представить в виде параллелепипеда.

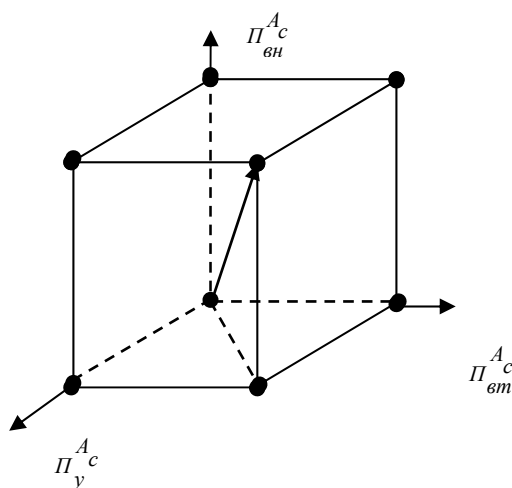


Рис. 1. Пространственный вид Π_o^{Ac} до начала деятельности A_c

Пусть состояние системы описывается переменной $y \in A$, принадлежащей допустимому множеству A . Состояние системы в рассматриваемый момент времени зависит от потенциала $\Pi_o^{A_c}$ системы и управляющих воздействий $\eta \in U$: $y = G(\eta)$. Предположим, что на множестве $U \times A$ задан функционал $\Phi(\eta, G(\eta), \Pi_o^{A_c})$, определяющий эффективность функционирования системы (с точки зрения управляющего органа). Величина $K(\eta) = \Phi(\eta, G(\eta), \Pi_o^{A_c})$ называется эффективностью управления $\eta \in U$. Задача управляющего органа заключается в выборе такого допустимого управления, которое максимизировало бы значение его эффективности при условии, что известна потенциал $\Pi_o^{A_c}$ и реакция $G(\eta)$ системы на управляющие воздействия:

$$K(\eta) \rightarrow \max_{\eta \in U} \quad (2)$$

Выполнение этого условия во многом зависит от организации процедуры административного контроля A_c системы [4,5]. Так как значение функции $G(\eta)$, будет максимальной $G(\eta) \rightarrow \max_{\eta \in U}$, если центр A_c знает неманипулируемое сообщение \hat{S} о ходе выполнения плана активными элементами A_s . Сообщение \hat{S} является результатом работы процедуры A_c : $G(\eta) \rightarrow \hat{S}$.

Центр A_c после планирования свою деятельность, чтобы достичь поставленной цели, будет активизировать $\Pi_y^{A_c}$ [6]:

$$\xi : (\Pi_{вн}^{A_c} \cap \Pi_{вт}^{A_c}) \rightarrow \Pi_y^{A_c} \quad (3)$$

А процедура активизации и будет выбором модели управления $G(\eta)$. Такой технологией управления он может сохранить свою A_c как целую систему в условиях ограниченности ресурсов [7]. С другой стороны эффективность такой активизации связана процедурой административного контроля A_c .

Само существования A_c и управления этой системой зависит от того, как, организована система административного контроля. Система контроля играет роль обратной связи в управлении организацией. Действительно, множество проблем в управлении организациями (фирмами, предприятиями, учреждениями и т. д.) самого разного масштаба и специализации возникает из-за того, что за грамотной декларацией целей нередко следует набор действий и мероприятий, имеющих к этим целям самое отдаленное отношение.

Цель работы. Показать зависимость модели управления $G(\eta)$ от психологических факторов A_s системы и найти условие не манипулируемости сообщений о выполнении плана A_c , т. е. $A_c: G(\eta) \rightarrow \hat{S}$.

Метод решения. Для начало рассмотрим различия в управлении пассивными и активными системами. Для пассивной (например, технической) системы зависимость $y = G(\eta)$ является, фактически, моделью системы — управляемого объекта, отражающей регламент его функционирования.

Иначе обстоит дело в активных системах (A_c), т. е. системах, в которых управляемые субъекты обладают свойством активности, в том числе — свободной выбора своего состояния. Помимо возможности выбора состояния, элементы активной системы (A_s) обладают собственными интересами и предпочтениями, осуществляют выбор состояние целенаправленно (а противном случая их поведение можно было бы рассматривать как пассивное). Соответственно, конкретизируется и модель системы $G(\eta)$, которая должна учитывать проявления активности управляемых субъектов (A_s). Управляющие воздействия (или процедура активизации потенциала управление $\Pi_y^{A_c}$) $\eta \in U$ по своей физической природе, имеет две копонета: *силу* и *глубину*. От этих компонент воздействия и зависит выбор типа управления.

Сила воздействие F — воздействие, влияющее на состояние объекта управления. Это может быть информационный сигнал, стимул, власть, авторитет, приказ, инструкция, и т.д.

Глубина воздействие Q — степень влияния воздействия на объект управления. Сочетание силы и глубины воздействия определяет тип управления. Управление — это воздействие имеющий вид $U = F \& Q$. Естественно, на это воздействие обязательно будет реакция управляемого элемента A_s .

Реакции A_s , на управляющие воздействия в нашем случае, разделили на четыре группы:

S — сопротивляемость A_s на управляющие воздействия. Сопротивляемость выражается в стерении нежелании выполнять заданного плана.

I — избирательность A_s на управляющие воздействия. Она выражается в избирательности (предпочтительности) на выполнении плана.

N — неопределенность A_s на управляющие воздействия. Она выражается в неопределенности или безразличии на выполнении плана.

$A1$ — активность A_3 . Она выражается в большом желании выполнять заданного плана.

Таким образом модель активной системы выглядит следующим образом:

$$G(\eta) = (\eta \rightarrow S) \& (\eta \rightarrow M) \& (\eta \rightarrow N) \& (\eta \rightarrow A1) \quad (3)$$

Если цель центра обозначим как $\Psi_{A_c}(X, \Omega)$: где X план который должен выполнить A_c , Ω — множество типов A_3 в принципе, Ω — означает кадровый потенциал A_c , то задача управления к выбору оптимального управления $\eta = \eta(y) \in U$, $\eta: A \rightarrow U$, т. е. допустимое управление, максимизирующее эффективность. Другими словами, необходимо найти при каких условиях работы процедуры административного контроля A_c :

$$\eta^* \in \text{Argmax } K(\eta) = \{ \eta \in U \mid \forall v \in U K(\eta) \geq K(v) \} \quad (4)$$

У центра A_c существует цель $\Psi_{A_c}(X, \Omega)$ в виде планов X и совокупность активных элементов A_3 выполняющих эти планы. Точно также существует цель A_3 $\Psi_{A_c}(x_i, y_i, r_i)$, где $x_j \in X$, $y_i \in A$, $r_j \in \Omega$. Из-за разницы (не совпадения цели) $\Psi_{A_c}(X, \Omega) - \Psi_{A_c}(x_i, y_i, r_i)$ появляется необходимость к процедуре административного контроля за выполнением X активными элементами A_c . Здесь, X - совокупность планов A_c которой должна выполнять; A - совокупность состояний A_c после воздействий U ; Ω — совокупность типов A_3 .

Будем считать, что центр определяет планы по процедуре планирования $\pi: \hat{S} \rightarrow X$, где $\hat{S} = \prod_{i \in I} s_i$, $X = \prod_{i \in I} x_i$ и

план, назначаемый i -му A_3 , будет определяться выражением: $x_i = \pi(\hat{S})$, $i \in I$; $s_i \in \hat{S}$.

Для того, чтобы определить условие для процедуры A_c обеспечивающий эффективность управления (4), проанализируем процедуру планирования [4].

План X состоит из $\{a_{ij}(x_j)\}$ -частей, здесь $x_j \in X$ — содержания плана, a_i — i -тая часть этого плана. С другой стороны X должен выполняться к заданному сроку $t = \{t_1, t_2, t_3, \dots\}$. Части плана выполняемой заданному сроку выразим как $a_{11}^{i1}(x_1) \in x_j - a$, часть плана X , выполняемой за время t_1 активным элементом A_3 . Таким образом, центром A_c задается множество планов которого элементы активной системы A_c должны выполнять в заданное время t :

$$X = \{a_{11}^{i1}(X_1), a_{22}^{i2}(X_2), \dots, a_n^{in}(x_n^n)\} \quad (5)$$

здесь $t = t_1 + t_2 + \dots + t_n$.

После этого руководители структуры A_c распределяют по A_3 -там эти планы. При этом руководители структуры A_c должны четко сформулировать содержания планов x_1, x_2, \dots, x_n которых активные элементы A_3 должны выполнять в заданный срок следующим образом:

$$x_1^{i1} = b_1 \quad t_1 \text{ время } t_1 = t_1^1 + t_1^2 + \dots + t_1^e;$$

$$x_2^{i2} = b_2 \quad t_2 \text{ время } t_2 = t_2^1 + t_2^2 + \dots + t_2^{oc};$$

...

$$x_k^{ik} = b_k \quad t_k \text{ время } t_k = t_k^1 + t_k^2 + \dots + t_k^K;$$

Здесь b_k — содержание плана x_k , $x_k \in X$, $t = t_1 + t_2 + \dots + t_k$ общее время для выполнения работы $\{b_1, b_2, \dots, b_k\}$. С другой стороны $b_k \in B$ работа являющееся содержанием плана X , делится на части $b_1 = b_1^1 + b_1^2 + b_1^3 \dots + b_1^n$ и требует определенной промежуток времени t_k для выполнения этих частей работы b_k . Таким образом план X будет функцией, B и t , т. е. $X(B, t)$.

Активный элемент A_3 будет выполнять план x_j которые отражается на сообщении s_j' , $X(B, t)$ на сообщении \hat{S} . Сообщение о том, что элемент A_3 выполнил план x_i , будет отражается на сообщении s_j'' . Результирующим сообщением \hat{S} о выполнении плана X будет:

$$\hat{S} = \sum_{i=1}^n (s_i' + s_i''). \quad (7)$$

Это равенство выражает формирование сообщений \hat{S} , передаваемой центру A_c через A_c . Именно, функцией процедуры административного контроля A_c , выявляется не допустить искажению этого сообщения.

Исходя выше изложенных соображений процедуру планирование $\pi: \hat{S} \rightarrow X$ можно представить в виде следующей таблицы:

Таблица 1

A_{ϑ_i}	X^{ii}	b	b^1	b^2	...	b^n	$\sum_{i=1}^n b_i^i$	\hat{S}
A_{ϑ_1}	x_1^i	$b_1(t_1)$	$b_1^1(t_1^1)$	$b_1^2(t_1^2)$	...	$b_1^n(t_1^n)$	$\sum_{m=1}^n b_1^m$	s_1^n
A_{ϑ_2}	x_2^i	$b_2(t_1)$	$b_2^1(t_1^1)$	$b_2^2(t_1^2)$	...	$b_2^n(t_1^n)$	$\sum_{m=1}^n b_2^m$	s_2^n
...
A_{ϑ_k}	x_k^i	$b_k(t_1)$	$b_k^1(t_1^1)$	$b_k^2(t_1^2)$	...	$b_k^n(t_1^n)$	$\sum_{m=1}^n b_k^m$	s_z^n
A_c	$\sum_{e=1}^k x_e^i$	$\sum_{e=1}^k b_e(t_1)$	$\sum_{e=1}^k b_e^1(t_1^1)$	$\sum_{e=1}^k b_e^2(t_1^2)$	...	$\sum_{e=1}^k b_e^n(t_1^n)$	$X = \sum_{p=1}^k \left(\sum_{e=1}^k b_e^n(t_1^n) \right)$	
\hat{S}	S'_1	S'_2	S'_3	S'_4	...	S'_e		$\hat{S} = \sum_{e=1}^n (s_e^i) = \sum_{z=1}^m (s_z^n)$

Эта таблица выражает баланс выполнения плана X активными элементами A_{ϑ} организации в заданное время. А условие выполнения плана выражается процедурой:

$$X: \sum_{c=1}^n \left(\sum_{e=1}^k b_e \right)_c \rightarrow \hat{S} \quad (8)$$

Эта процедура показывает, что результаты процедуры A_k определяет манипулируемость или не манипулируемости сообщений \hat{S} .

Теорема. Если план X которого A_c должен выполнить и Y -выполненная часть этого плана. То, тогда процедура выполнения этого плана выглядит как $\hat{S}: Y \rightarrow X$.

Доказательство. Чтобы скорректировать план X центра A_c нужен не искаженное сообщение \hat{S} . Если \hat{S} будет искажаться, то корректировка плана будет не обоснованным. Если сообщение искажается, то из таблицы видно баланс выполнения плана нарушается, т. е. $\hat{S} < 1$, если сообщение выполнения плана не будет искажаться, то баланс выполнения плана не нарушается, т. е. $\hat{S} = 1$. На основе (4) $G(\eta) = 1$. Из этого следует $K(\eta) \rightarrow \max_{\eta \in U}$

Тем самым ясно видно, что результаты работы процедуры A_k прямо влияет на эффективность управления организацией.

Таким образом $Argmax K(\eta)$, если выполняется условие (8). Процедура A_k (4) определяет выполняется — ли условия (8). Из этого выходит, что содержание сообщений \hat{S} , является результатом работы процедуры A_k , т. е. процедура A_k сообщает центру организации о не искаженности сообщений \hat{S} . Тем самым центр узнает о выполнении условия (8) и принимает управленческие решения.

Выводы. Потенциал $П_{\vartheta}^{A_c}$ активной системы A_c определяет процедуру планирование $X: \sum_{c=1}^n \left(\sum_{e=1}^k b_e \right)_c \rightarrow \hat{S}$.

А потенциал $П_y^{A_c}$ и его активизация всегда влияет на эффективность управления. Повышения эффективности управления организационными структурами, при ограниченности ресурсов, имеет жизненно важное значение для организации. Сама процедура активизации сильно зависит от оценки манипулируемости сообщений \hat{S} . С другой стороны, эффективное управления активной системой, требует эффективной процедуры A_k . Так, как в процессе управления, без обратной связи, центр организации не сможет принимать оперативно управленческих решений. По этому в A_c будет разумным, если представлять передачу сообщений \hat{S} о выполнения плана активным элементом A_{ϑ} организации с помощью процедуры административного контроля A_k . В этом случае манипулируемость сообщений \hat{S} передаваемое центру будет минимальным. За счет этого эффективность управления максимизируется.

Литература:

1. Новиков, Д. А., Петраков С. Н. Курс теории активных систем. — М.: СИМТЕГ, 1989. — 104 с.
2. Бурков, В. Н., Новиков Д. А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: СИМТЕГ, 1999. — 128 с.
3. Смирнов, Э. А. Основы теории организации-М.: ЮНИТН, 2000. — 375 с.

4. Nasim Rustamov and Nurbai Dosanov. Effect of Administrative Control Procedures to Efficiency of Organization Management. International Journal of Mathematical Analysis, Bulgaria, Vol. 9, 2015, no. 11, 521–526.
5. Виханский, О. С., Наумов А. И. Менеджмент: человек, стратегия, организация, процесс. М.: Изд-во МГУ, 1996. — 416 с
6. Рустамов, Н. Т., Азретбергенова Г. Ж., Жасузакова М. Ж. Активизация потенциала управления организации. Алматы, ЭКОНОМИКА баспасы, 2015, — 140 с.
7. Рустамов, Н. Т., Ибраим М., Абдрахманов Р. Б. Закономерности организационных успехов и не удач. — Ташкент: «Fan va texnologiya» 2009, 200ст.

Решение задачи количественной оценки техногенных рисков для магистральных газопроводов в среде геоинформационной системы ArcGis Desktop

Бондин Юрий Андреевич, аспирант;

Спирин Николай Александрович, доктор технических наук, профессор

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

Нормативные и методические документы (НМД) по анализу и оценке рисков для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий [1–3], разработанные ПАО «Газпром» с целью обеспечения стабильного функционирования единой системы газоснабжения, служат основой для внедрения современных инновационных методов планирования диагностики, технического обслуживания и ремонта (ДТОиР) линейной части (ЛЧ) магистральных газопроводов (МГ).

До последнего времени в ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» при планировании ДТОиР ЛЧ МГ рассматривались только показатели их технического состояния, и не учитывался потенциально возможных ущерб, в случае аварий. Оценка техногенных рисков производилась специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» независимо от газотранспортного общества. Это приводило к тому, что предложения разработанные ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» по проведению ДТОиР ЛЧ МГ, могли существенно отличаться от того перечня ремонтируемых объектов, который окончательно утверждался в ПАО «Газпром».

Для корректного планирования ДТОиР на ЛЧ МГ, с учетом требований НМД [1–3], в среде геоинформационной системы ArcGis Desktop был разработан расчетно-аналитический модуль (РАМ) «Риск», который позволяет определять зоны поражения и величину техногенного риска в случае аварий на ЛЧ МГ.

В соответствии с НМД [2] обоснование приоритета вывода в ремонт участка ЛЧ МГ производится путем формирования двух уровней техногенного риска эксплуатации объекта $H_{\text{расч}}^{\text{ру ЛЧМГ}}(t)$: недопустимого $H_{\text{нд}}^{\text{ру ЛЧМГ}}$ и приемлемого $H_{\text{пр}}^{\text{ру ЛЧМГ}}$ ожидаемого годового ущерба в зависимости от интервала ожидаемой удельной частоты аварий на участке ЛЧ МГ.

$$H_{\text{расч}}^{\text{ру ЛЧМГ}}(t) > [H_{\text{нд}}^{\text{ру ЛЧМГ}}] \text{ недопустимый уровень}$$

$$[H_{\text{пр}}^{\text{ру ЛЧМГ}}] < H_{\text{расч}}^{\text{ру ЛЧМГ}}(t) < [H_{\text{нд}}^{\text{ру ЛЧМГ}}] \text{ приемлимый уровень}$$

$$H_{\text{расч}}^{\text{ру ЛЧМГ}}(t) < [H_{\text{пр}}^{\text{ру ЛЧМГ}}] \text{ незначительный уровень}$$

$$[H_{\text{нд}}^{\text{ру ЛЧМГ}}] = 15000 \text{ руб./}(\text{км} \cdot \text{год})$$

$$[H_{\text{пр}}^{\text{ру ЛЧМГ}}] = 2000 \text{ руб./}(\text{км} \cdot \text{год})$$

Приемлемый техногенный риск, предполагает необходимость планирования и выполнения мероприятий по техническому диагностированию участка ЛЧ МГ в пределах планового периода, а также мероприятий, направленных на снижение возможного ущерба.

Недопустимый техногенный риск, обязывает к планированию и выполнению мероприятий по снижению, как вероятности (частоты) аварии, так и возможного ущерба.

Данный критерий является основным для принятия решений при планировании ремонтов и/или реконструкции участка ЛЧ МГ.

Прогнозирование ожидаемых частот аварий на ЛЧ МГ проводится в соответствии с Разделом № 7 НМД [3].

В соответствии с пунктом 5.5.4 НМД [1] на ЛЧ МГ рекомендуется учитывать 3 расчетных группы сценариев аварий, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Набор расчетных сценариев аварий на ЛЧ МГ

Название расчетного сценария	Поражающие факторы
C_1 Пожар в котловане	Разлет осколков, воздушная волна сжатия, тепловое излучение от пламени.
C_2 Струевые пламена	Разлет осколков, воздушная волна сжатия, прямое воздействие пламени, тепловое излучение от пламени.
C_3 Рассеивание низкоскоростного шлейфа газа	Разлет осколков, воздушная волна сжатия.

В соответствии с пунктом 5.6.2 НМД [1] для определения условных вероятностей загорания/незагорания газа на ЛЧ МГ, а также для определения характера истечения газа рекомендуется использовать статистические данные по относительным частотам при разрыве МГ, зависящим от его условного диаметра.

Условные вероятности, рассчитанные для МГ диаметром $D_y=1400$ мм в соответствии с рисунком 5.7 [1], представленные на рисунке 1.

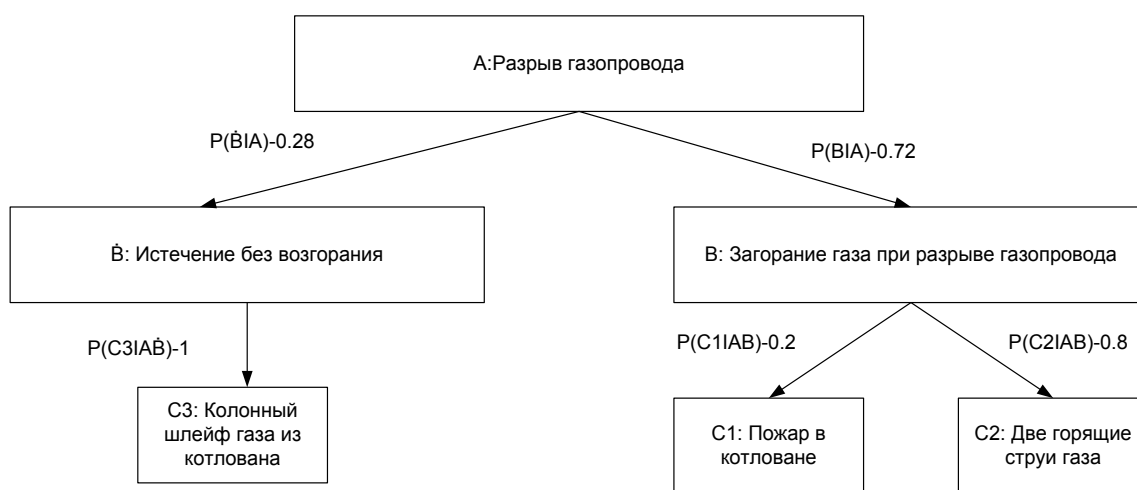


Рис. 1. Дерево событий для идентификации аварий на МГ

Для каждого выбранного сценария определяются возможное количество имущественных и природных компонентов, уничтоженных или поврежденных в результате аварии на выделенном потенциально-опасном участке (ПОУ).

При оценке негативного воздействия на объекты используется характеристический критерий поражающего воздействия. Данный критерий задается путем указания пороговых значений основной физической характеристики поражающего фактора соответствующей разрушению объектов. Пороговые значения поражающих факторов в соответствии с НМД [1] приведены в таблице 2.

Таблица 2

Пороговые значения поражающих факторов

Название расчетного сценария	Пороговые значения превалирующих поражающих факторов
C_1 Пожар в котловане	7 квт/м ² для наружных установок, лесных насаждений, зданий и сооружений
C_2 Струевые пламена	35 квт/м ² для подземных коммуникаций
C_3 Рассеивание низкоскоростного шлейфа газа	7 МПа для наружных установок

При попадании объекта в любую из этих зон он учитывается как пораженный, и стоимость его восстановления добавляется к общей сумме материального ущерба на выделенном ПОУ.

По алгоритмам, изложенным в пункте 5.12 НМД [1], на территории, прилегающей к ПОУ, строится расчетная сетка, в узлах которой определяются значения потенциального риска, как это показано на рисунке 2.

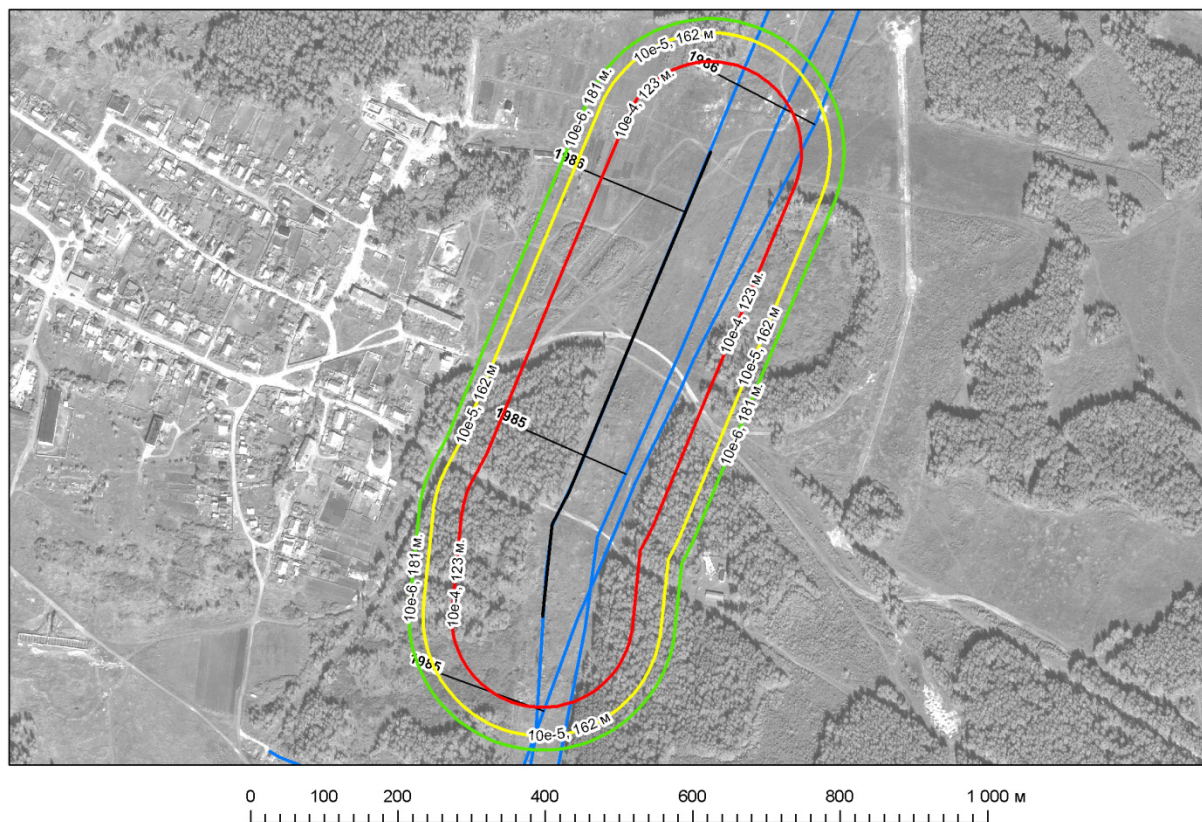


Рис. 2. Распределение потенциального риска

Интерфейс РАМ «Риск» представляет собой панель, встроенную в среду геоинформационной системы ArcGis

Desktop, состоящую из набора команд и инструментов, как показано на рисунке 3.

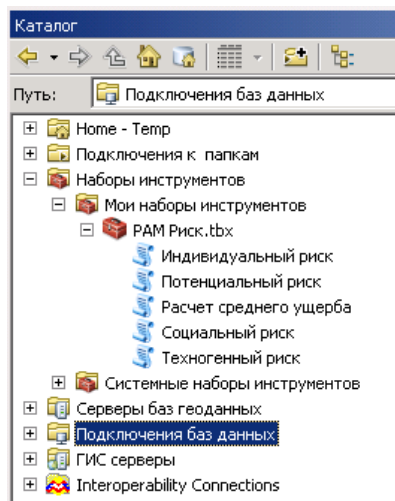


Рис. 3. Набор команд и инструментов РАМ «Риск»

Модуль РАМ «Риск» имеет следующие функциональные возможности: построение полей зон поражения в выбранной точке участка МГ; расчет индивидуального риска в выбранной точке вблизи участка МГ; расчет среднего ущерба и техногенного риска на выбранном участке МГ.

Исходными данными для расчетов в РАМ «Риск» служат: отчеты по внутритрубной дефектоскопии;

данные собранные специалистами Инженерно-технического центра ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» по форме, заявленной в таблице 5 НМД [3], а также пространственные данные, получаемые на основе топографических карт, по результатам топографо-геодезических работ и аэро-космического мониторинга.

На первом этапе производится оцифровка (векторизация) объектов окружения и объектов ЛЧ МГ, которые

затем публикуются на геопортале ArcGis Desktop для заполнения атрибутивных данных.

Оцифровка и управление пространственными данными осуществляется в геоинформационной системе

ArcGis Desktop, хранение и публикация данных проводится в PostgreSQL на ArcGis Server.

Общая схема формирования пространственных данных, необходимых в качестве исходной информации для РАМ «Риск», представлена на рисунке 4.

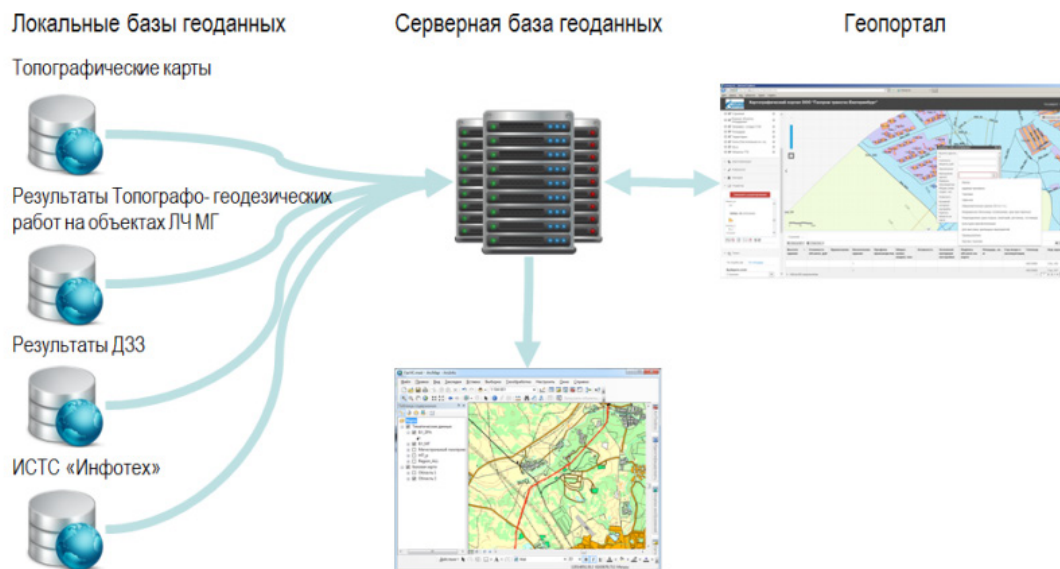


Рис. 4. Общая схема формирования пространственных данных

Разработанный РАМ «Риск» позволил рассчитать количественные оценки техногенных рисков для всей ЛЧ МГ ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», что стало основой для формирования корректных и обоснованных планов для их ДТОиР.

Основными направлениями дальнейшего расширения функциональных возможностей РАМ «Риск»

является совершенствование его алгоритмов для повышения скорости вычислений, верификация и формализация подходов к определению стоимостных характеристик объектов окружения ЛЧ МГ, а также реализация возможности расчета техногенных рисков для площадных объектов.

Литература:

1. СТО Газпром 2–2.3–351–2009 Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО «Газпром». Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром», утвержденные распоряжением ОАО «Газпром» от 30 марта 2009 г. № 83.
2. Р Газпром 2–2.3–691–2013 Рекомендации организации. Методика формирования программ технического диагностирования и ремонта объектов линейной части магистральных газопроводов ЕСГ ОАО «Газпром», внесенные на рассмотрение Управлением по транспортировке газа и газового конденсата Департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа ОАО «Газпром».
3. Рекомендации по учету влияния технико-технологических, природно-климатических и других факторов при прогнозировании аварийности на МГ ОАО «Газпром», утвержденные начальником Департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа ОАО «Газпром» от 27 марта 2007 г.

Информационные технологии и их применение в сфере жилищно-коммунального хозяйства

Паршков Алексей Евгеньевич, магистрант
Российский государственный университет правосудия (г. Москва)

Актуальность исследования. Все министерства и ведомства во исполнение поручения Президента активно разрабатывают планы по развитию цифровой экономики. Задача важная и актуальная не только для России. Степень сложности построения цифровой экономики может значительно варьироваться от отрасли к отрасли. ЖКХ относится к тем важнейшим сферам, с которых, по мнению экспертов, должна начаться цифровая трансформация российской экономики. Такая точка зрения подтверждается и вполне очевидной социальной значимостью отрасли, и рядом экономических факторов.

Жилищно-коммунальный комплекс представляет собой технически сложное хозяйство, которое обслуживает жилой фонд, коммуникации, водопроводы, обеспечивает сбор и вывоз мусора, текущий и капитальный ремонт коммуникаций и систем. Сегодня комплекс ЖКХ представляет подотрасли, каждая в отдельности обеспечивает работу зданий и сооружений в различных населенных пунктах и муниципалитетах. Предприятия ЖКХ являются поставщиком инженерной продукции (электроэнергия, газ, вода, тепло) для производственной и коммерческой деятельности хозяйствующих субъектов (рис. 1).



Рис. 1. Связь жилищно-коммунального хозяйства с другими отраслями [1, с. 18]

Переход к автоматизации бизнес-процессов ЖКХ, к технологиям Интернета вещей позволит сформировать единое информационное пространство отрасли, создать ИТ-системы информирования клиентов и обработки их данных, внедрить мобильные и облачные решения, включая средства аналитики Больших Данных [7].

Зачатки информатизации и цифровизации уже наблюдаются в российской отрасли ЖКХ. Однако процессы эти проходят очень сложно и медленно. Доля предприятий ЖКХ, которые оцифровывают свои бизнес-процессы, чрезвычайно мала в масштабах всех отрасли. Даже в наиболее благополучной подотрасли электроснабжения (на фоне других подотраслей ЖКХ) проникновение автоматизированного учета не превышает 9% (оценка ПАО «Россети») [8].

Проблемы внедрения новых технологий в сферу жилищно-коммунального хозяйства обусловлены несколькими причинами: сама система тарифообразования не стимулирует внедрение новых технологий и комплексов.

Тарифы не позволяют увеличивать затраты на капитальную модернизацию и полную замену оборудования и аппаратуры на новые и технологичные. Последнее обстоятельство тормозится и устареванием технических стандартов, оставшихся еще со времен СССР [4].

Согласно данным Росстата, лишь 65% ресурсоснабжающих организаций использовали в 2016 году базовые информационные технологии, в том числе локальные сети, системы электронного документооборота и другие подобные решения — не более 5%. Ресурсоснабжающие организации не стремятся к цифровизации отчасти из-за отсутствия средств, отчасти из-за желания получать более выгодную для них оплату по нормативам. Управляющие компании, для которых повышение уровня автоматизации и прозрачности могли бы приносить вполне определенные выгоды, тоже не проявляют интереса к совершенствованию инфраструктуры на фоне разговоров о возможном непосредственном взаимодействии поставщиков и потребителей ресурсов. К наиболее

серьезным проблемам, сопровождающим процессы цифровой трансформации ЖКХ, относится формирование эффективных механизмов финансирования установки новых приборов учета коммунальных ресурсов.

Информационные системы управления предприятиями жилищно-коммунального хозяйства оказывают влияние на различные характеристики экономического развития, наиболее важные из них следующие: производительность труда, функциональная эффективность, качество обслуживания потребителей, создание системы управления качеством, управление обращениями.

Для повышения производительности труда (операционная эффективность) в организациях, оказывающих коммунальные услуги, применяют системы обработки транзакций. Например, для управления взаимоотношениями с потребителями. Другое — повышение производительности труда работников офиса при помощи комплекса прикладных программ, например систем презентационной графики.

Функциональная эффективность может быть улучшена за счет применения систем поддержки принятия решений. Например, использование предприятиями систем искусственного интеллекта в области операционной деятельности, позволяющих существенно по-

высить эффективность функций сферы коммунальных услуг [3, с. 250].

В настоящее время все значимые игроки рынка имеют решения для ЖКХ, основанные на Интернете вещей и автоматизации бизнес-процессов. Это и коммерческий учет с дистанционным съемом информации с индивидуальных приборов учета, и электронные схемы обращения с отходами, и многое другое. Одно из самых популярных и востребованных сегодня направлений Интернета вещей, «умный дом», напрямую относится к сооружению и эксплуатации зданий. Немаловажным аспектом является перспектива интеграция ГИС ЖКС с существующими IoT технологиями [5].

Биллинговая система на SaaS-платформе облачных вычислений — готовый прикладной продукт. Это программное обеспечение, которое существует по умолчанию и способно поддерживать бизнес-процессы ЖКХ-предприятий. До их появления все сложные расчеты проводились с помощью ручки, листа бумаги и калькулятора, и неудивительно, что в счета за коммунальные услуги закрадывались ошибки. Положение изменили коробочные биллинговые системы, но и они устарели, им на смену пришли SaaS-платформы.

Интерфейс биллинговой системы представлен на рис. 2.

The screenshot shows a web-based billing system interface. At the top, there is a navigation menu with icons for home, search, and other functions. The main area is divided into two sections. The upper section displays a table of customer accounts with columns for 'Личный счет' (Personal account), 'Наименование' (Name), 'Тип' (Type), 'Клиент' (Client), 'Статус' (Status), 'Баланс' (Balance), 'Активная подписка' (Active subscription), 'Блокированная подписка' (Blocked subscription), and 'Следующее списание' (Next payment). The lower section shows a detailed view for a specific customer, 'Абрамов Александр Юрьевич', with a 'Текущий баланс' (Current balance) of -2 000,00 and 'Следующее списание: 2015-10-23'. Below this, there are tabs for 'Общие' (General), 'Подписки' (Subscriptions), 'Финансовые документы' (Financial documents), 'Списание' (Billing), 'Почтовые рассылки' (Email newsletters), and 'Блокировки' (Blockings). The 'Списание' tab is active, showing a table of billing entries with columns for 'Статус' (Status), 'Дата списания' (Billing date), 'Тип' (Type), 'Комментарий' (Comment), 'Сумма' (Amount), 'Дата реализации' (Implementation date), 'Лит' (Lit), 'Счет' (Account), 'Задолженность' (Debt), 'Период' (Period), and 'Платит' (Pays).

Рис. 2. Интерфейс биллинговой системы [7]

Онлайн-система рассчитывает плату за жилищно-коммунальные услуги, получает данные об оплате, выпускает квитанции. Благодаря биллингу жильцы не задаются вопросом, как и почему им насчитали указанную сумму: расчет прозрачный. Плюс биллинговой системы в том, что она гибкая и производительная. Она работает с большими потоками информации, учитывает старые данные, потому что они не потеряются при переходе на новую систему. Региональные ЕИРЦ на цифровых приборах учета подсчитывают сразу и экономический эффект от внедрения «цифры». Например, МУП «ЕРЦ ЖКХ» г. Домодедово сообщило об экономическом эффекте в 116 миллионов от установки приборов учета МКТС на 275 многоквартирных домах за отопительный

период 2015–2016 годов в городском округе Домодедово [7].

Примером оценки качества обслуживания потребителей может служить применение порталных систем самообслуживания типа «Личный кабинет», что позволяет организовать электронное взаимодействие, в том числе прием заявок и оперативное прохождение платежей [2, с. 92].

ГИС ЖКХ была введена в опытную эксплуатацию на всей территории Российской Федерации 1 июля 2016 года. С 1 июля 2017 года управляющие компании будут обязаны размещать данные в системе, а с 1 января 2018 года за несоблюдение этого правила, будет введена административная ответственность. ГИС ЖКХ является стра-

тегическим инфраструктурным проектом для граждан, органов власти и организаций сферы ЖКХ, который позволит потребителям в режиме реального времени контролировать качество и объемы проведенных работ и оказанных услуг, следить за расходами своего ТСЖ, направлять жалобы и обращения в органы жилищного надзора, ресурсоснабжающие организации, управляющие компании, ТСЖ, а также проводить собрания жителей по дому в электронной форме. На сегодняшний день в системе зарегистрировано 74 тыс. организаций сферы ЖКХ, в том числе 75 % ТСЖ, 88 % ресурсоснабжающих организаций, 100 % управляющих организаций и ГЖИ, размещена информация о 0,5 млрд фактов оплаты за ЖКУ, 33 млн лицевого счетов граждан, 10,8 млн домов. Регионы, в которых ГИС ЖКХ внедряется наиболее быстрыми темпами — Белгородская, Мурманская и Тульская области, Республики Калмыкия и Хакасия, Ханты-Мансийский Автономный округ — Югра» [6].

Информационные системы управления обращениями потребителей коммунальных услуг дают быстрый доступ к сведениям о важнейшем факторе, влияющем на достижение хозяйствующим субъектом своих задач, позволяет оперативно их учитывать, обслуживая стратегические потребности коммунального предприятия. Но главное то, что информационные системы управления контролируют предоставления коммунальных услуг, что содействует удовлетворённости потребителей работой коммунальных предприятий и обеспечивают социальную поддержку процессам модернизации и реформирования отрасли, снижению социальной напряженности в обществе [3, с. 250].

Таким образом, коммунальные услуги имеют определенные качественные характеристики (давление воды,

температура прямого и обратного теплоносителя, температурный график теплоснабжения, наличие высших гармоник электрического тока и др.), что позволяет управлять качеством предоставляемых услуг. Информационные услуги и сервисы, такие как услуги коммерческого учета потребления энергоресурсов, могут существенно сократить расходы потребителей на их оплату. Одной из важнейших информационных технологий в сфере ЖКХ является внедрение современной биллинговой системы на SaaS-платформе. Биллинговая система — это пакет программного обеспечения для поддержки бизнес-процессов предприятий сферы ЖКХ. Современные биллинговые системы обеспечивают рост компании с возможностью запускать новые сетки тарифного регулирования, обеспечивать, в том числе скорость расчетов и снижение общих затрат. Системы способны интегрироваться с другими корпоративными системами, используемыми ранее пакетами, и полностью автоматизируют ведение взаиморасчетов, гарантируя высокую степень прозрачности и защиты данных.

Для обеспечения условий дальнейшего проникновения информационных технологий в сферу ЖКХ необходимо обеспечивать инвестирование в инновационную деятельность и развитие коммунальной сферы не только из государственных, но и частных источников. Для создания привлекательных и выгодных условий для частных инвесторов в России необходимо развивать не только институциональные, организационные и управленческие инновации, но и материальные активы, а также информационные системы, проекты по автоматизации и расчетно-аналитические интернет-системы.

Литература:

1. Кожевников, С. А. Государственно-частное партнерство в жилищно-коммунальном хозяйстве региона: проблемы и перспективы развития [Текст]: монография / С. А. Кожевников, Т. В. Ускова. — Вологда: ИСЭРТ РАН, 2016. — с. 18.
2. Чаадаев, В. К. Проблемные зоны взаимодействия между участниками рынка коммунальных услуг при отсутствии оператора коммерческого учета // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 7—3 (51). с. 92.
3. Чаадаева, В. В. Информационные технологии в управлении предприятиями ЖКХ // Новая наука: Стратегии и векторы развития. 2016. — № 3—1 (70). — с. 250.
4. Инновации и новые технологии в сфере ЖКХ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.gc-online.ru/about/smi/innovatsii-i-novye-tekhnologii-v-sfere-zhkh> (дата обращения 20.10.2017)
5. Интернет Вещей в Жилищно-коммунальном хозяйстве — IoT в ЖКХ 2017 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.rspectr.com/events/295/internet-veshej-v-zhilishno-kommunalnom-hozyajstve-iot-v-zhkh-2017> (дата обращения 20.10.2017)
6. КЭФ-2017: Информационные технологии в сфере ЖКХ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.aetp.ru/news/item/410261> (дата обращения 20.10.2017)
7. Цифровизация ЖКХ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.osp.ru/cw/2017/10/13052377/> (дата обращения 20.10.2017)
8. Цифровое ЖКХ: легко ли реализовать планы Президента? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.iksmmedia.ru/blogs/post/5398071-Czifrovoe-ZHKH-legko-li-realizovat.html> (дата обращения 20.10.2017)

ЭНЕРГЕТИКА

Влияние тенденций на рынке энергоресурсов на энергетику газозовов сжиженного природного газа

Голубев Роман Олегович, магистрант

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

В статье описываются причины возросшего влияния соотношений цен на типы топлив на процесс выбора ГД газозовов СПГ. Анализируется влияние этого фактора на выбор типа ГД газозовов в XXI веке и приводятся наглядные примеры, иллюстрирующие жёсткую связь между этими двумя процессами. Рассматривается вопрос комплектации газозовов «чисто» газовыми двигателями и определяется ситуация на рынке энергоресурсов, способная повлиять на дальнейшее развитие такого проектного решения.

Принятые сокращения

ГД — главный двигатель;

ГК — главный котёл;

ГЭУ — главная энергетическая установка;

ДВС — двигатель внутреннего сгорания;

ДГ — дизель-генератор;

ДТ — дизельное топливо;

ЕЭЭС — единая электроэнергетическая система;

МО — машинное отделение;

МОД — малооборотный дизель;

НУ — нормальные условия;

ОС — окружающая среда;

ПГ — природный газ;

ППП — промежуточный перегрев пара;

ПУ — пропульсивная установка;

ПТУ — паротурбинная установка;

СОД — среднеоборотный дизель;

СПГ — сжиженный природный газ;

СЭУ — судовая энергетическая установка;

ТТ — тяжёлое топливо;

УПСГ — установка повторного сжижения газа.

Причины возросшего влияния ценового фактора в XXI веке

Первое десятилетие XXI века без сомнения можно назвать переломным этапом для энергетики (в первую очередь, главной) газозовов СПГ. Это время, когда начинают активно появляться и применяться на практике новые способы эффективной утилизации выпара груза рефрижераторных газозовов. Здесь речь идёт, в первую очередь, о применении новых типов высокоэффективных ДВС, эффективность которых, для ряда случаев, сделала объёмы выпара ПГ даже избыточными. Например, если ЕЭЭС судна укомплектована ДГ с приводными двигателями Wärtsilä линейки 50DF, то, при обеспечении частоты переменного тока в 50 Гц, двигатель будет иметь удельный расход стандартного топлива $187 \frac{\text{Г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$ [5, с. 22]. В то время как, ставшие в 20 веке традиционными для этого типа судов, ПТУ, даже с ППП, будут иметь удельный расход стандартного топлива не ниже $245 \frac{\text{Г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$. Эти числа говорят о том, что в 21 веке был взят курс на увеличение доли газового топлива в составе топливной смеси ГД (для ДВС, как правило, не ниже 70% на газовом режиме). То есть ПГ стал полноценным типом судового топлива. Следовательно, возросло влияние соотношения цен на типы топлива и на выбор самого типа ГД газозова. Практический интерес представляет анализ влияния изменения цен на рынке энергоресурсов на развитие главной энергетики газозовов СПГ, с целью выявления векторов дальнейшего развития индустрии.

Изменения цен на рынке энергоресурсов

Рынок энергоресурсов, к сожалению, был и остаётся крайне нестабильным. И, как показывает опыт последних лет, предсказать изменения цен на нём практически невозможно. Подтверждением этому могут служить графики изменения цен на тяжёлое, дизельное и газовое топливо за последние 20 лет (соответственно рисунки 1, 2 и 3).

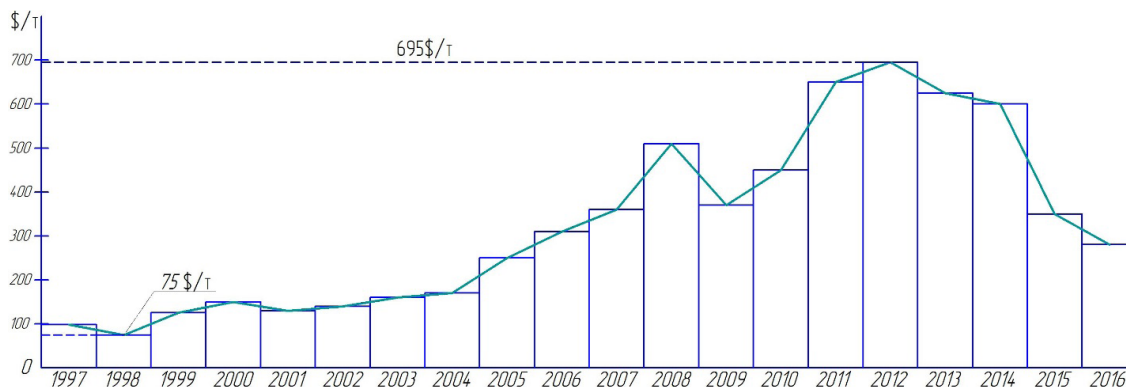


Рис. 1. Диаграмма изменения цен на ТТ с 1997 по 2016 гг.

Средняя по временному диапазону цена ТТ составляет 324,90 \$/нт.

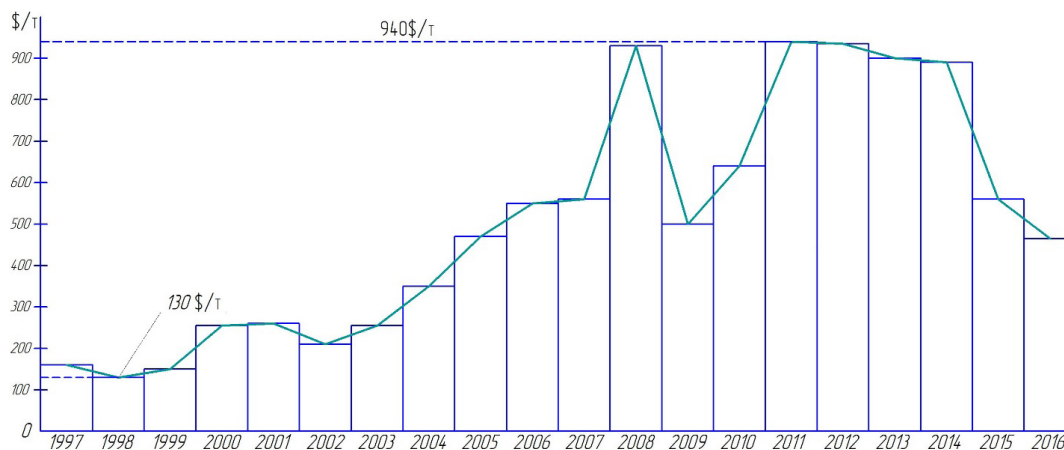


Рис. 2. Диаграмма изменения цен на ДТ с 1997 по 2016 гг.

Средняя по временному диапазону цена ДТ составляет 505,75 \$/нт.

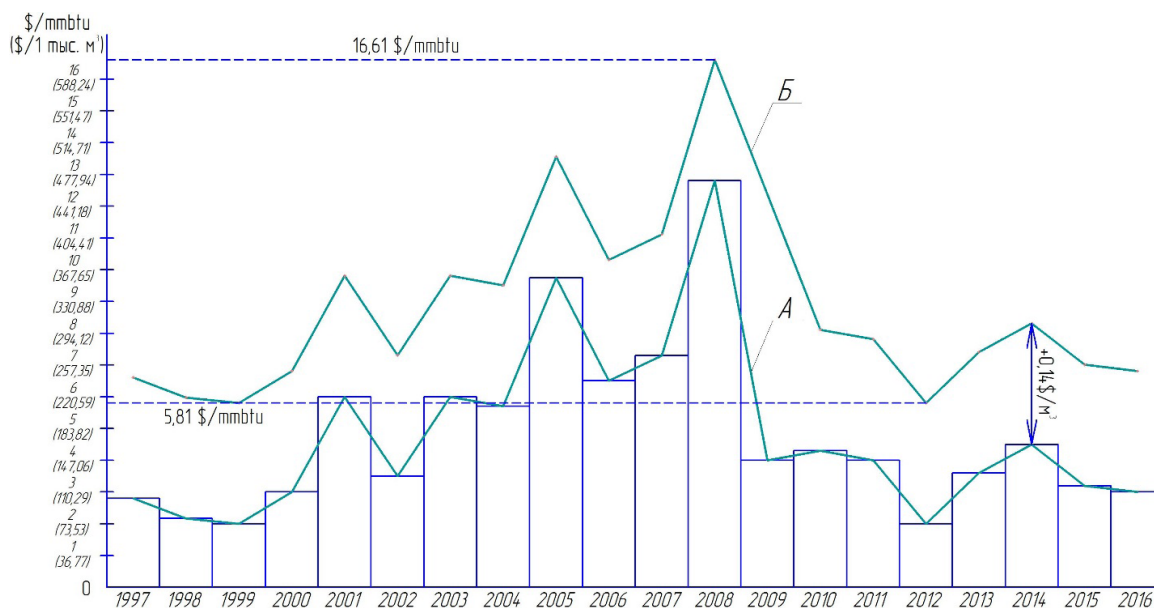


Рис. 3. Диаграмма изменения цен на ПГ с 1997 по 2016 гг.

Средняя по временному диапазону цена СПГ составляет 8,61 \$/mmbtu (316,54 \$/тыс. нм³). Если рыночная цена на нефтяное топливо определяется за тонну при НУ, то цена на ПГ определяется за 1 mmbtu. Эта несистемная единица измерения называется британской термальной единицей массы. Для ПГ при НУ одному mmbtu соответствует 27,2 нм³. На рисунке 3 приведено 2 графика: А — изменение цены на ПГ; Б — изменение цены на регазифицированный СПГ. Увеличение цены на СПГ определяется следующими факторами:

- перекачка по трубопроводам от месторождения до портового терминала (в среднем) — 0,04 \$/нм³;
- сжижение в порту — 0,04 \$/нм³;
- регазификация в портовом терминале импортёра — 0,02 \$/нм³;
- морская перевозка — 0,04 \$/нм³ [4, с. 8–9].

Среднегодовые цены на нефтяное топливо (ТТ, ДТ) были определены по ценам на бункерное топливо в порту Роттердама, на ПГ — [1, с. 3]. Приведённые диаграммы подтверждают утверждение о крайней волатильности этого рынка: за рассмотренное время произошло изменение цены ТТ в 9,27 раза, ДТ — 7,23 раза, СПГ — 2,86 раза.

Анализ связей между изменением цен на типы топлива и развитием СЭУ газозовозов

Развитие главной энергетики газозовозов СПГ в XXI веке, условно, можно разделить на четыре этапа. Первый этап длился до конца 2006 года. Он характеризуем выбором ПТУ, как наиболее распространённым проектным решением, что являло собой продолжение сложившейся «традиции» сжигания выпара груза в ГК ПТУ. В соответствии с рисунками 1 и 3, к началу 21 века, 1 кДж энергии получаемой сжиганием ПГ был дороже чем сжиганием ТТ. В этих условиях была впервые реализована на практике идея использования бортовой УПСГ — газозов «Jamal», эксплуатация которого началась в октябре 2000 года. Судно, по-прежнему, имело паротурбинную ГЭУ, но также было оснащено и УПСГ электрической мощностью в 3 МВт, обеспечивающей полное сжижение трёх тонн выпара в час [2, с. 79–80]. Другим важным событием стал ввод в эксплуатацию одного из первых газозовозов с ЕЭЭС — «GAZ de FRANCE ENERGY» (2004 год). ЕЭЭС газозовоза была оснащена четырьмя ДГ на базе двигателей Wartsila 6L50DF. Эти двигатели не были трёхтопливными — не были приспособлены к работе на ТТ, но, тем не менее, позволяли утилизировать испарившийся ПГ значительно более эффективно чем в ПТУ. Хотя, конечно, такая комплектация СЭУ и подразумевала ход в балласте на дорогостоящем ДТ.

Следующий этап длится до конца 2008 года. Он характеризуется стремительным ростом цен на все виды топлива и, в первую очередь, увеличивается ценность СПГ как товара. На фоне этой тенденции возникает идея комплектации ГЭУ газозовозов «чисто» дизельными ГД — газозовы семейств Q-flex и Q-max, вместимостью, соответственно, 210 и 260 тыс. м³. В период с 2007 года в Южной Корее было построено 31 судно Q-flex и 14 судов Q-max [3, с. 8], оснащённых двигателями MAN B&W S70ME-C. Таким образом, применение МОД позволило впервые газозовозам СПГ по экономичности ПУ сравниться с другими типами судов торгового флота. Также «дорогой» ПГ дал толчок дальнейшему развитию бортовых УПСГ. Например, газозовы Q-max получили установки производительностью 7 тонн выпара в час и электрической мощностью 6 МВт. В целом, использование МОД в качестве ГД газозовоза — это нетипичное проектное решение, потому что ПУ газозовоза должна соответствовать требованиям избыточности мощности (т. е. иметь более одного источника привода движителя). Обеспечить выполнение этого требования на стандартных газозовозах (вместимостью до 180000 м³) используя МОД, практически, невозможно, ввиду ограниченности объёма МО.

Третий этап длится до конца 2014 года. Он интересен разнонаправленностью ценовых тенденций для типов топлива: с одной стороны, дешевеет ПГ, с другой стороны, после отрицательного скачка в 2009 году продолжает дорожать нефтяное топливо. В таких условиях очевидными стали преимущества двух- и трёхтопливных ДВС. Поскольку малооборотные ДВС такого типа отсутствовали, то главенствующее положение заняли двигатели Wärtsilä 50DF, которые к тому времени уже были адаптированы к работе и на ТТ. Трёхтопливными ЕЭЭС за это время были укомплектованы следующие газозовозы: «GDF SUEZ NEPTUNE», «SERI BALHAF», «ABDELKADER», «BARCELONA KNUTSEN», «CASTILLO de SANTISTEBAN», «GDF SUEZ POINT FORTIN», «METHANE JULIA LOUISE», «SOYO», «WOODSIDE ROGERS». Из перечисленных судов только «CASTILLO de SANTISTEBAN» был оснащён приводными двухтопливными ДВС MAN B&W — 8L51/60DF. Отсутствие малооборотных ДВС, способных работать на газовом режиме, стало одной из причин того, что на этом временном промежутке не строились газозовозы грузоместимостью более 178 тыс. м³. Главная тенденция этого периода — создание ПУ максимально приспособленной к волатильности на рынке топлива. Одним из проявлений такого подхода стала комплектация судна «METHANE JULIA LOUISE», дополнительно к трёхтопливной ЕЭЭС и УПСГ.

В настоящее время изменение цен на типы топлива происходит сонаправленно, к тому же к минимуму приблизилось соотношение стоимостей одного кДж энергии, полученной при сжигании ТТ и ПГ. Сейчас 1 кДж полученный на ПГ дороже всего на 6%. С другой стороны, ужесточение экологических норм в акватории стран Западной Европы, в принципе, исключило возможность использования ТТ в качестве топлива газозовозов в этом регионе, отличающемся высоким потреблением природного газа (то есть привлекательным для экспорта). В этой связи встаёт вопрос целесообразности полного перевода флота газозовозов СПГ, работающих на западном рынке, на газовое топливо.

Оценка ценового порога целесообразности использования газовых ДВС

Под газовыми двигателями здесь понимаются ГД способные работать на ПГ без примеси запального топлива. Образцом такого типа двигателей могут служить судовые дизель-генераторные агрегаты фирмы Rolls-Royce Bergen типоразмерного ряда В35:40, с максимальной агрегатной электрической мощностью 7 МВт.

Задача заключается в определении цены на СПГ, при которой станет экономически целесообразной работа ГД на ПГ на прямом и обратном пути, т. е. появится возможность использовать на газозовах газовые двигатели. Расчёт проводится из условия сохранения постоянной интенсивности грузоперевозки, устанавливаемого равенством 1.

$$v_6 W_{\text{полез}}^6 = v W_{\text{полез}} \quad (1)$$

где v_6, v — эксплуатационные скорости базового (19 уз) и рассчитываемого газозова;

$W_{\text{полез}}^6, W_{\text{полез}}$ — их полезные грузовместимости (то есть объём груза, получаемый импортёром).

Оценка осуществляется для стандартного газозова грузовместимостью (полной) 138000 м³, в качестве прототипа используется газозов СПГ «EXCELSIOR». Время, проводимое судном в портах, не учитывается. Равенству 1 соответствует расчётная формула 2.

$$v_6 \left(W_{\text{полн}} - \frac{k_B S W_{\text{полн}}}{24 v_6} \right) = v \left[W_{\text{полн}} - \frac{v^2 q_e N_e^6 S k_p}{Q_p^H v_6^3} (1 + k_{\text{бал}}) \right] \quad (2)$$

где $W_{\text{полн}}$ — полная грузовместимость (138000 м³);

N_e^6 — эффективная мощность ГД прототипа (23620 кВт);

S — плечо рейса (3000 морских миль);

q_e — удельный расход теплоты газовым двигателем (7500 $\frac{\text{кДж}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$);

k_B — коэффициент выпара в долях ($1,5 \cdot 10^{-3}$);

k — коэффициент изменения плотности ПГ ($1,69 \cdot 10^{-3}$);

η — коэффициент снижения мощности ГД на балластном переходе (0,788);

Q_p^H — удельная низшая теплота сгорания ПГ (34090 кДж/м³).

Формула 2 не учитывает потерь груза базовым вариантом на балластном переходе — эта величина компенсируется затратами энергии расчётным вариантом на работу бортовой регазификационной установки (она необходима в случае недостаточности естественного выпара, т. е. малости k_B). При принятых значениях величин, решением уравнения будет скорость в 19,16 уз. Ей соответствует увеличение мощности ГД до 24220 кВт.

Если, в качестве топлива газозова, альтернативой смеси ПГ+ДТ рассматривается ПГ, то затраты на топливо для базового и расчётного вариантов, при средней за 20 лет цене на ДТ, равны при цене ПГ — 436,45 \$/тыс. нм³ или 11,87 \$/mmbtu. Для смеси ПГ+ТТ — 295,29 \$/тыс. нм³ или 8,03 \$/mmbtu. Принимаемая доля ПГ в топливе двухтопливных ДВС — 0,9. В первом случае, допустимая цена ПГ выше средней на 38%, во втором, — ниже на 7%. Таким образом, комплектация газовыми двигателями стандартных газозовов, большая часть рейса которых проходит в территориальных водах европейских стран, экономически рациональна уже сегодня, а, при условии дорожания ТТ, допустима и на азиатском рынке. Хотя такие ГД и не адаптированы к волатильности цен на энергоресурсы в целом.

Литература:

1. A Thematic Analysis of LNG, Geopolitical Economics, and The Future of Energy, Golar LNG, 2016.
2. J. Romero Gomez, M. Romero Gomez, R. Ferreiro Garsia, A. De Miguel Catoira, On board LNG reliquefaction technology: a comparative study, University of A Coruna, Spain, Polish maritime research, № 1/2014.
3. SIGNIFICANT SHIPS of 2007, London, The Royal Institution of Naval Architects, 2008.
4. The challenges of further cost reductions for new supply options (pipeline, LNG, GTL), 22nd world gas conference, Tokyo, 1–5 June 2003.
5. WÄRTSILÄ 50DF Product Guide, Wärtsilä, Marine solutions, Vaasa, November 2016.

МЕТАЛЛУРГИЯ

Повышение качества отливок из стали 110Г13Л путем оптимизации режима термической обработки

Габельченко Наталья Ильинична, кандидат технических наук, доцент;

Мишустин Олег Алексеевич, магистрант;

Хантимирова София Борисовна, магистрант

Волгоградский государственный технический университет

В работе показано, что для повышения качества отливок из стали 110Г13Л при назначении режима термической обработки необходимо учитывать существование области гомогенности цементита и добиваться формирования при кристаллизации отливок метастабильных карбидов цементитного типа, легко растворяемых при последующих нагревах.

Ключевые слова: сталь, карбиды, область гомогенности цементита, термическая обработка.

На сегодняшний день в связи с одним из важнейших направлений повышения качества металлопродукции является необходимость получения гарантированных и стабильных механических и эксплуатационных характеристик, что требует совершенствования существующих и поиска новых научно-технических и технологических решений.

Применительно к высокомарганцевым сталям аустенитного класса, серьезной проблемой является получение гомогенной структуры, свободной от карбидов цементитного типа, так как стандартная термообработка по ГОСТ 977–88 не всегда приводит к их устранению. Основной причиной является формирование при кристаллизации стабильных карбидов нестехиометрического состава, содержащих менее 6,67% углерода [1]. Такие карбиды в отличие от карбидов стехиометрического состава имеют меньшую термодинамическую активность по углероду и не растворяются при проведении стандартной термической обработки.

Поэтому целью работы было выявить условия формирования в железоуглеродистых сплавах карбидов цементитного типа и разработать мероприятия по переводу стабильных карбидов, с недостатком по углероду, в метастабильные стехиометрического состава.

Объектом исследования была выбрана сталь 110Г13Л, как наиболее подверженная образованию карбидов в литом состоянии и как следствие, имеющая высокий процент брака в производстве из-за неэффективности стандартного режима термической обработки.

Для выявления причины данного явления необходимо было проанализировать образование карбидной фазы опираясь на диаграмму состояния железо-углерод, с обозначенной на ней областью гомогенности цементита. В области гомогенности цементита, которая харак-

теризуемая снижением растворимости углерода при повышении температуры, углерод имеет различные значения термодинамической активности для стехиометрической и не стехиометрической концентрации. Следовательно, карбид железа стехиометрического состава, т. е. содержащий 6,67%С, имеет максимальную термодинамическую активность углерода и поэтому, как наиболее метастабильное соединение, легко распадается при последующих нагревах [2,3,4].

С целью выявления температурно-временных параметров образования карбидной фазы были проведены исследования для определения начальной температуры изменения морфологии карбидов в исследуемых образцах стали 110Г13Л.

Для этого образцы нагревались в термической печи и исследовались на оптическом микроскопе. Нагрев производился со скоростью 10 град/мин с выдержкой 15 минут, через каждые 50°C, от начальной температурой нагрева 100°C.

При температурах 100–600°C изменений в структуре образцов не наблюдалось (рис. 1).

Началу изменения морфологии карбидов в стали 110Г13Л соответствовала температура 650°C (рис. 2). Так как процессы нагрева и охлаждения, кристаллизации и плавления в железоуглеродистых сплавах являются одноподобными по своей природе, только с обратным знаком, то можно заключить, что при охлаждении сплавов, содержащих карбиды, какие-либо изменения в их составе могут протекать только до температуры 650°C. Поэтому, при получении литых заготовок и изделий желательно не проводить выбивку отливок из формы до достижения ими этой температуры. Только в этом случае можно гарантировать, что в металле отливки полностью завершатся процессы структурообразования в целом

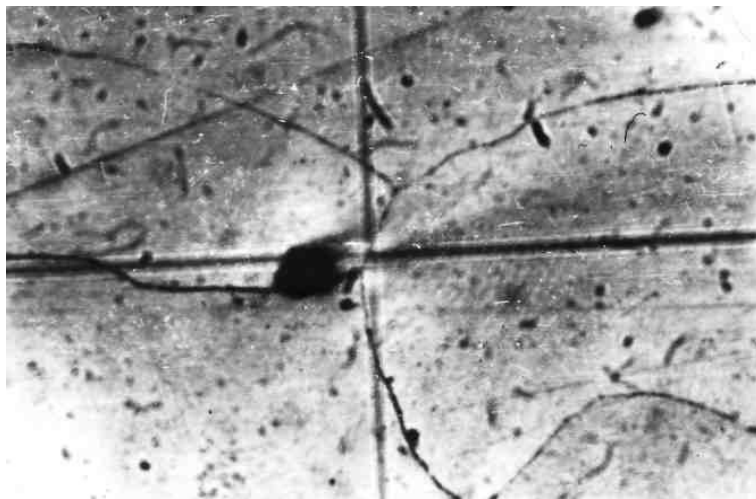


Рис. 1. Микроструктура образца при температурах 100–600°C

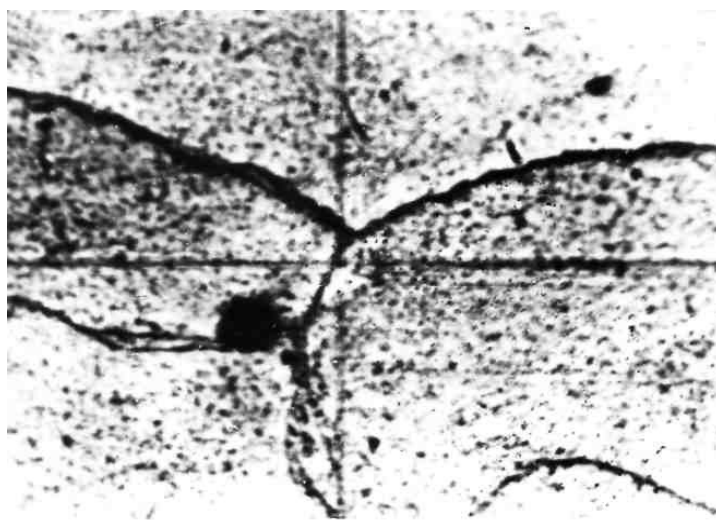


Рис. 2. Микроструктура образца при температуре 650°C

и карбидообразования в частности. И проводимая по ГОСТ 977–88 термическая обработка позволит получить чисто аустенитную структуру.

В противном случае в металле отливки подвергшейся ранней выбивке образуются карбиды нестехиометрического состава, с низкой термодинамической активностью, которые не растворяются при стандартной термической обработке по ГОСТ 977–88. Это приводит к наличию в аустенитной структуре стали 110Г13Л включений цементитного типа, что в свою очередь снижает механические и эксплуатационные характеристики конечного изделия.

Для этих случаев был предложен скорректированный режим термической обработки (рис. 3), который отличается от стандартного наличием изотермической выдержки в режиме нагрева при температуре 650–700°C.

Время изотермической выдержки зависит от размеров и конфигурации отливок и подбирается в каждом случае индивидуально [5]. Во время выдержки в литой структуре отливки изменяется состав карбидов цементитного типа, которые будут иметь стехиометрический

состав, с содержанием углерода 6,67%, они будут метастабильные, легко растворимые при последующих нагревах.

Разработанный режим термической обработки для отливок из стали 110Г13Л, содержит следующие этапы:

1. Медленный нагрев отливки до температуры 650–700°C
2. Изотермическая выдержка в течение времени, соответствующего толщине и конфигурации отливки.
3. Скоростной нагрев до температуры закалки 1100–1150°C.
4. Выдержка при температуре закалки в течение времени, соответствующего толщине и конфигурации отливки.
5. Охлаждение отливки в воде.

Таким образом, используя полученные сведения о температурных параметрах формирования карбидов цементитного типа необходимо при разработке технологии производства отливок придерживаться соблюдения температуры выбивки из формы не выше 650°C. Только в этом случае в литой структуре отливки полностью

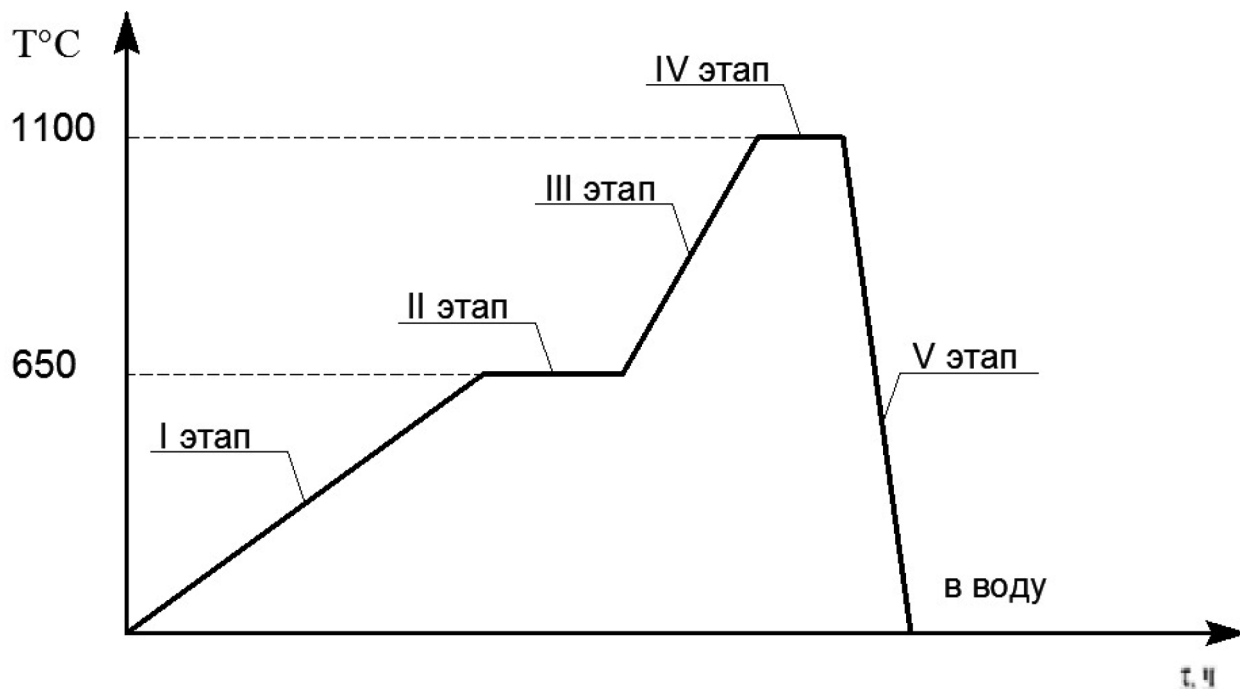


Рис. 3. Схема скорректированного режима термической обработки для стали 110Г13Л.

пройдут процессы карбидообразования и карбиды цементитного типа будут иметь стехиометрический состав, с содержанием углерода 6,67%, они будут метастабильные, легко растворимые при последующих

нагревах. В случае, если соблюдать выдержку при выливке отливок не представляется возможным, рекомендуется использовать скорректированный режим термической обработки по предложенной методике.

Литература:

1. Ильинский, В. А. Природа пониженной пластичности стальных отливок / В. А. Ильинский, Л. В. Костылева, Е. Ю. Карпова // *Литейное производство*. — 1997. — № 5. — с. 19–21.
2. Жуков, А. А. О термодинамической активности компонентов сплавов / А. А. Жуков, М. А. Криштал // *Металловедение и термическая обработка металлов*. — 1975. — № 7. — с. 70–76.
3. Диаграммы состояний двойных и многокомпонентных систем на основе железа / гл. ред. О. А. Банных. — Москва: *Металлургия*, 1986. — 440 с.
4. Розанов, А. Н. Структура и свойства цементита / А. Н. Розанов // *Металловедение и современные методы термической обработки чугуна: сб. науч. тр. / Машгиз*. — Москва, 1955. — с. 29–32.
5. Габельченко, Н. И. Получение гомогенной аустенитной структуры в отливках из стали 110Г13Л / Н. И. Габельченко, Ю. В. Гребнев, Н. В. Волкова, А. А. Зенин // *Изв. ВолгГТУ. Серия «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении»*. Вып. 4: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2010. — № 4. — С. 151–154.

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Эффективный способ повышения прочности поверхностных слоев деталей машин

Бафаев Дустмурод Холмуродович, старший преподаватель;
Шаропов Миржон Нурхон угли, студент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Надежность и долговечность деталей машин и механизмов определяется конструктивной прочностью материалов, из которых они выполнены. Эксплуатационные характеристики многих изделий — износостойкость, коррозионная стойкость, отражательная способность, теплоспротивление и другие — определяются свойствами поверхности. Для получения высоких характеристик конструктивной прочности поверхностных слоев часто применяют различные методы нанесения покрытий, позволяющие защитить материал основы от внешних воздействий, повысить срок службы деталей и сократить расходы на ремонт изношенного оборудования. Покрытия наносятся как для защиты поверхности от различных видов воздействий (высоких нагрузок, температур, различных агрессивных сред) и в декоративных целях, так и для восстановления нарушенной геометрии изделий [2].

Материаловедение покрытий представляет собой большой раздел знаний об особом классе функциональных материалов. Условно все покрытия можно разделить на два вида по принципу взаимодействия с поверхностью: 1) изменение химического состава поверхности (химико-термическая обработка); 2) нанесение нового материала на поверхность (напыление, осаждение, наплавка, нанесение эмалей и лакокрасок). Если формирование диффузионных покрытий при химико-термической обработке подчиняется общим представлениям о структурных и фазовых превращениях в металлах и сплавах, то многофакторность процессов нанесения покрытий приводит к более сложной картине строения и свойств поверхности [1].

По способу нанесения покрытия классифицируются на диффузионные, термомеханические, химические, наплавочные, газотермические, гальванические, контактные, эмалевые, лакокрасочные, комбинированные и вакуумноплазменные. Газотермические покрытия является одним из передовых и эффективных методов защиты поверхности деталей.

Характеристика покрытия, получаемые методами напыления (газопламенного, плазменного и детонационного), при которых разогретые мельчайшие частицы разгоняются выходящим из сопла сжатым газом и на-

правляются на покрываемую поверхность, где они формируют слой.

Применяется для защиты деталей от коррозии, декоративной отделки, восстановления изношенных трущихся поверхностей, исправления литейного брака, повышения электропроводности и износоустойчивости.

Сущность процессов газотермического нанесения покрытий заключается в образовании направленного потока дисперсных частиц напыляемого материала, обеспечивающего перенос их на поверхность обрабатываемого изделия и формирование слоя покрытия.

Покрытие создается за счет адгезии, возникающей при соударении частиц на поверхности основания. Напыляемые частицы могут представлять собой порошок или могут быть получены расплавлением и газовым дроблением исходного материала — проволоки, стержней, пластифицированной массы и т. д. Для разгона частиц применяют различные высокотемпературные газовые среды. Нагрев напыляемого материала проводят для повышения пластичности и адгезионной способности частиц [1].

Газотермические покрытия, как и наплавочные, наносят с целью защиты поверхности от износа и высокой температуры, а также широко используют для восстановления нарушенной (в процессе производства или эксплуатации) геометрии изделия.

Единой классификации способов газотермического напыления нет. Согласно стандарту ГОСТ 28076–89 газотермические покрытия делятся на классы по функциональному назначению и энергетическому признаку, поскольку принципиальное отличие технологий газотермического напыления определяется видом источника энергии.

Большинство способов газотермического напыления являются универсальными, так как позволяют наносить широкий спектр материалов. Материалы для напыления, в свою очередь, могут иметь различную форму (порошки, проволока, стержни).

По форме напыляемого материала газотермические методы нанесения покрытий делятся на газопламенный, плазменно-дуговой, электродуговой и детонационно-газовые методы.

При газопламенном способе нанесения покрытий используется тепло, выделяющееся при сгорании горючих газов (ацетилена, пропанбутана, водорода, метана, природного газа и др.) в смеси с кислородом или сжатым воздухом (рис. 1). Температура продуктов сгорания горючих газов достигает 2000–3000 °С. Наивысшим

удельным тепловым потоком обладает ацетилено-кислородное пламя, поэтому оно наиболее распространено. В зависимости от того, были или не были перемещены горючий газ с окислителем до подачи в зону горения, различают предварительно перемещенное и диффузионное пламя.

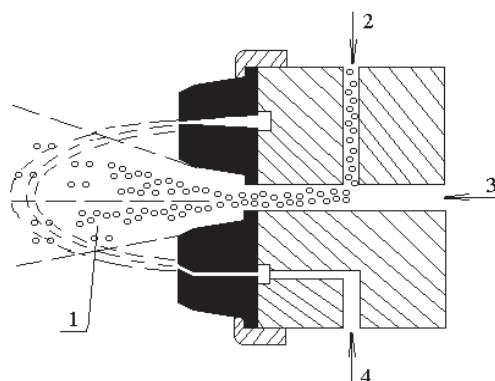


Рис. 1. Схема процесса газопламенного нанесения покрытий из порошковых материалов: 1 – газовое пламя; 2 – подача порошка; 3 – подача сжатого воздуха; 4 – подвод горючей смеси газов

Газ при вытекании в неограниченное пространство, заполненное воздухом или другим газом, образует струю, называемую факелом. Периферийные участки струи вовлекают в движение воздух или другой газ из окружающей среды. По мере увеличения движущей массы и снижения ее скорости сечение струи непрерывно увеличивается, и вся струя приобретает форму расширяющегося конуса. Угол раскрытия струи примерно равен 25° [1].

Порошок подают, как правило, вдоль оси факела пламени, вовнутрь его. Температура при использовании в качестве горючего газа ацетилена достигает 3200°С, а скорость истечения 150–160 м/с. Попадая в струю, частицы порошка расплавляются или становятся высокопластичными и приобретают скорость 20–80 м/с. Скорость полета частиц порошка зависит от соотношения кислорода и горючего газа в смеси, расхода обдувающего газа, расстояния от среза сопла, расхода вводимого в пламя порошка, его плотности, гранулометрического состава и других факторов.

Если при газопламенном процессе напыляемый материал имеет вид прутка или проволоки, то он подается специальным электромеханическим приводом в центральное отверстие 3 (рис. 1). В области 1 происходит образование капель расплава, которые переносятся струей сжатого воздуха к поверхности обрабатываемого изделия.

К преимуществам газопламенного напыления покрытий относятся:

- 1) возможность получения покрытий из большинства материалов, плавящихся при температуре до 3000 °С без разложения;
- 2) достаточно высокая производительность процесса (до 8–10 кг/ч порошков самофлюсующихся сплавов) при высоком коэффициенте использования материала (более 95 %);

3) относительно низкий уровень шума и световых излучений, позволяющий работать оператору без дополнительных средств защиты;

4) легкость и простота обслуживания, невысокие стоимость и мобильность оборудования, что позволяет производить напыление на месте, без демонтажа изделий.

Плазменный способ является наиболее универсальным и технологичным процессом газотермического напыления. Нанесение покрытий заключается в формировании на поверхности детали (изделия, конструкции) слоя из частиц, обладающих определенным запасом тепловой и кинетической энергии, полученной в результате взаимодействия с плазменной струей. Температура плазменной струи достигает 5000–5500 °С, а скорость истечения 1000–1500 м/с. В плазменной струе частицы приобретают скорость 50–200 м/с. Скорость полета частиц зависит от их размера, плотности материала, силы тока дуги, природы и расхода плазмообразующего газа [1].

Плазменные струи получают в специальных устройствах, называемых плазменными генераторами или плазмотронами (рис. 2). Плазмотрон состоит из водоохлаждаемых катода, анода и разделяющего их изолятора. Плазмообразующий газ (аргон, азот высокой чистоты, гелий, водород и др.) подается в электрическую дугу, возбуждаемую между стержневым катодом и кольцевым анодом (соплом), нагревается и в виде плазменной струи вытекает из сопла. Распыляемый материал вводится в плазменную струю в виде порошка или проволоки за анодным пятном; возможен ввод в дугу с плазмообразующим газом.

При плазменном напылении порошок вдувается транспортным газом в плазменную струю непосредственно через специальные отверстия плазмотрона (рис. 2, а). Проволока и прутки могут подаваться двумя способами (рис 2, б, в).

Преимуществами способа являются:

- 1) возможность получения покрытий из большинства материалов, плавящихся без разложения, без ограничения по температуре плавления;
- 2) возможность использования для образования струи дуговой плазмы газов различного рода: инертных (аргона, гелия), восстановительных (водорода) и окислительных (воздуха, азота), также аммиака, природного газа, водяного пара, что в сочетании с применением камер с защитной средой (вакуумом) или защитных насадок позволяет регулировать свойства среды, в которой нагреваются и движутся частицы порошка;
- 3) возможность гибкого регулирования электрического и газового режимов работы плазмотрона, в том числе в процессе нанесения покрытия, что позволяет управлять энергетическими характеристиками напыляемых частиц и условиями формирования покрытия;
- 4) достаточно высокая производительность процесса: 3–20 кг/ч для плазмотронов с электрической мощностью 30–40 кВт и 50–80 кг/ч для плазмотронов мощностью 150–200 кВт;
- 5) довольно высокий коэффициент использования порошка (50...70%), зависящий в основном от вида напыляемого материала.

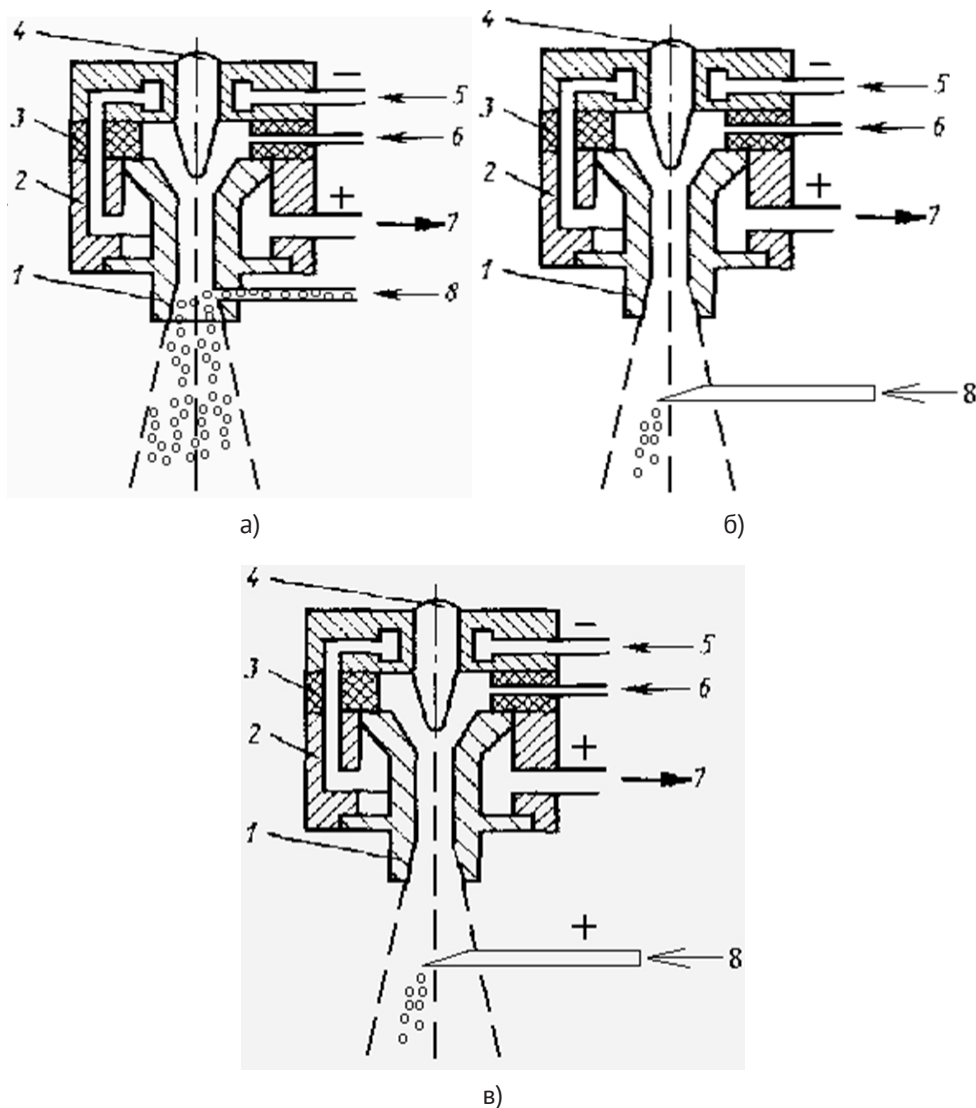


Рис. 2. Схема плазменного напыления порошковых материалов (а); проволоки и прутков (б, в):
1 – водоохлаждаемое сопло (анод); 2 – корпус; 3 – изолятор; 4 – электрод (катод); 5, 7 – подвод и отвод воды;
6 – подвод плазмообразующего газа; 8 – подвод расплаиваемого материала

Сущность процесса электрометаллизационного напыления заключается в плавлении проволоки электрической дугой и распылении расплавленного металла сжатым воздухом.

При электродуговой металлизации (рис. 3) к проволокам из напыляемого материала 1 подается напряжение от источника постоянного сварочного тока и воз-

буждается электрическая дуга. В дуговой промежуток через сопло 2 подается сжатый воздух, который переносит расплавленный металл проволоки в виде мелких капель к поверхности обрабатываемого изделия. Изделие обычно находится на расстоянии 10–20 см от сопла металлизатора. Вместо сжатого воздуха иногда используют инертный газ аргон. Это позволяет избе-

жать значительного окисления напыляемого материала и улучшить качество покрытия [1].

Дуговая металлизация — высокопроизводительный процесс, в несколько раз превосходящий газопламенное напыление, позволяющий получать покрытия с более высокой прочностью сцепления.

При детонационном напылении нагрев и разгон частиц напыляемого материала осуществляется за счет энергии продуктов детонации газовой смеси. Скорость распространения детонационной волны составляет 2000–4000 м/с, а температура достигает 2200–5500 °С (в зависимости от состава смеси). Это обеспечивает достижение частицами скоростей 600–1000 м/с.

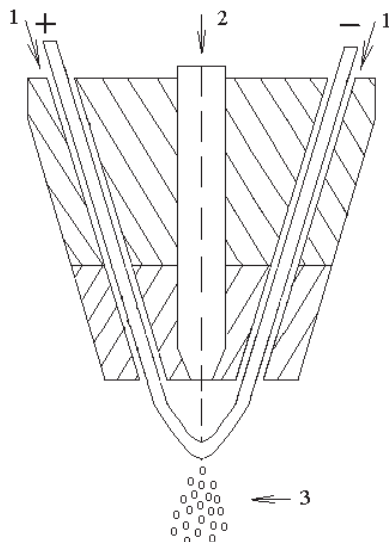


Рис. 3. Схема электродуговой металлизации: 1 — напыляемый материал (проволока); 2 — сопло для подачи сжатого воздуха; 3 — частицы расплавленного материала

Детонационное напыление является циклическим процессом. Устройство для напыления (рис. 4) представляет собой канал круглого или прямоугольного сечения, закрытый с одного конца. В канал через специальные механизмы подается горючий газ и порошок. Для воспламенения используют запалы 3, которые расположены около закрытого торца [1].

Рабочий цикл детонационной пушки состоит из следующих процессов:

1) заполнение камеры горючим газом;

2) дозирование и подача напыляемого порошка;

3) воспламенение и сгорание горючей смеси, которые приводят к возникновению детонационной волны;

4) формирование потока частиц;

5) истечение продуктов детонации за пределы канала и разряжение ударной волны;

6) образование на обрабатываемой поверхности единичного пятна напыления;

7) заполнение канала флегматизирующим газом для удаления продуктов горения (горючей смесью канал

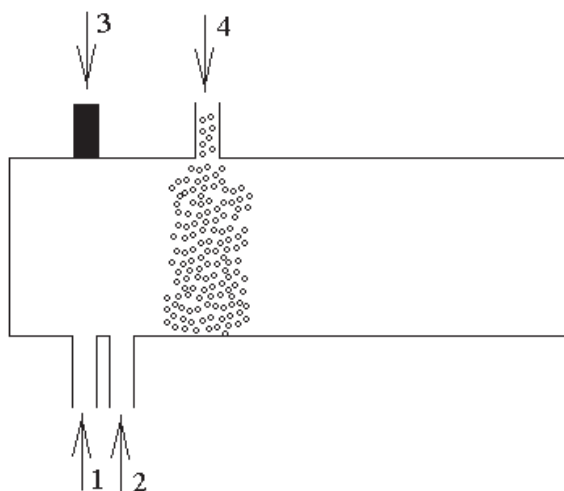


Рис. 4. Схема детонационного напыления: 1 — подача флегматизирующего газа (азот); 2 — подача горючей смеси; 3 — блок иницирования взрыва; 4 — подача порошка

обычно заполняется после предварительной продувки, исключая возможность воспламенения при контакте с горячими продуктами детонации).

В качестве рабочих газов используют азот, кислород, ацетилен, пропан-бутан.

Размеры и форма деталей при детонационно-газовом нанесении покрытий ограничены лишь технологическими возможностями устройств для перемещения изделий (детонационно-газовой пушки) и размерами звукоизолированного бокса (камеры), в котором производится обработка.

Преимуществами этой технологии являются:

- 1) возможность получения покрытия с повышенными прочностью сцепления (10–160 МПа) и плотностью (пористостью 0,5–1%) благодаря высокой кинетической энергии частиц напыляемого материала;
- 2) возможность нанесения прочносцепленных покрытий на некоторые виды подложек (сталь, никелевые сплавы и др.) без струйно-абразивной подготовки поверхности;
- 3) относительная простота конструкции установки.

Технологическая схема процесса получения газотермических покрытий в зависимости от конкретных задач и технологий может содержать различное количество операций. В общем, весь цикл нанесения газотермических покрытий можно разбить на следующие этапы:

- входной контроль;
- подготовка поверхности к напылению;
- напыление основного покрытия;
- обработка изделий с газотермическими покрытиями (механическая, пропитка, термическая и др.);
- выходной контроль.

Для формирования газотермического покрытия с высоким уровнем свойств необходимо проведение предварительной обработки поверхности изделия. Предварительная очистка поверхности от загрязнения повышает вероятность образования химических связей между напыляемым материалом и основой. Создание шероховатой поверхности увеличивает протяженность границы и количество мест «приваривания» между напыленным слоем и основой, а также может способствовать механическому сцеплению покрытия с основой. Все это приводит к повышению прочности сцепления напыленного материала с изделием.

От чистоты поверхности изделия в значительной мере зависит качество покрытия. Наличие на поверхности

грязи, окисных и масляных пленок снижает прочность сцепления напыленного материала с основой.

После газотермического напыления чаще всего размеры детали и качество поверхности не соответствуют требуемым параметрам. Поэтому часто после напыления детали с покрытиями подвергаются окончательной обработке (механической, термической и др.).

Контроль качества продукции после напыления является необходимой операцией технологии, обеспечивающей надежность работы изделия. Многофакторность процесса газотермического напыления обуславливает его чувствительность к отклонениям в режиме и повышает значимость элемента контроля качества покрытий.

Для получения покрытий методами газотермического напыления используют материалы в виде порошков, проволоки, стержней (прутков) и гибких шнуров (порошковая проволока).

Основным видом материалов для газотермического напыления являются порошки. Для обеспечения равномерной подачи и хороших аэродинамических показателей порошка используют в основном частицы сферической (или сфероидизированной) формы. Для предотвращения активного выгорания напыляемого материала используют фракцию не менее 10 мкм. Средний диаметр частиц порошков для газотермического напыления и широта диапазона используемых фракций зависит от технологии напыления и требуемых свойств покрытий. Например, порошки никелевых самофлюсующихся сплавов при газопламенном напылении имеют фракционный состав 36...106 мкм или 45...125 мкм (в зависимости от типа горелки), а при плазменном напылении — 15...53 мкм.

Порошковые материалы являются самыми распространенными в практике газотермического напыления. Порошки позволяют формировать покрытия с широким спектром свойств и различного назначения — износостойкие, коррозионно-стойкие, покрытия для восстановления нарушенной геометрии деталей, декоративные и другие.

Таким образом, самым эффективным способом защиты поверхности изделий от различных типов воздействий: износа, высоких температур и агрессивных сред — это применение основных методов газотермического нанесения покрытий.

Литература:

1. М. Л. Лобанов и др. Защитные покрытия: учеб. пособие — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 200 с.
2. Л. Г. Одинцов. «Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием». Справочник, М, «Машиностроение», 1987.

ТРАНСПОРТ

Анализ аварийных ситуаций на канатных дорогах и повышение безопасности при эксплуатации канатных дорог

Голубь Кирилл Леонидович, магистрант;
 Гузова Линуца Юрьевна, магистрант;
 Григорьян Аршак Анатольевич, магистрант;
 Хейгетян Сурен Ашотович, магистрант;
 Явруян Аведик Суменович, магистрант
 Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В последнее время количество канатных дорог увеличивается, за счет своих преимуществ над другими видами транспорта. Их используют и в горной местности, так и в городской агломерации, в том числе и через водные преграды, например, через реку между двумя городами, Нижний Новгород и Бор.

Преимущества канатных дорог. Это низкая стоимость возведения, стоимость 1 километра дорог 15–20 млн. руб. (для сравнения стоимость одного километра трамвайной линии в 3–4 раза дороже). Возможность выбора оптимального маршрута не зависящего от рельефа местности, построенных зданий, водных преград. Низкий шум за счет использования дискретных приводных станций, низкое энергопотребление относительно другого вида транспорта, что делает привлекательным транспортом для города.

Из-за специфики работы на канатных дорогах при их эксплуатации часто приводят к несчастным случаям ве-

дущие к групповым травмам или гибели. Поэтому очень важно организовать максимальную безопасность при эксплуатации КД

Однако как любое транспортное, подъёмное средство несет угрозу здоровью человеку. Причины аварий на КД:

- Внешние воздействия
- Техническое состояние
- Несвоевременное то
- Неисправность или отсутствие средств обеспечения безопасности
- Низкий уровень знаний работников
- Низкий уровень организации работ
- Не выполнение предписаний

Если обратиться к статистике Ростехнадзора, количество аварийных случаев стабильное с 2012 года по 2016, на уровне одной аварии в год. Количество подвижного состава плавно растет со 128 в 2012 году до 213 в 2015, а в 2016 уменьшается до 177.

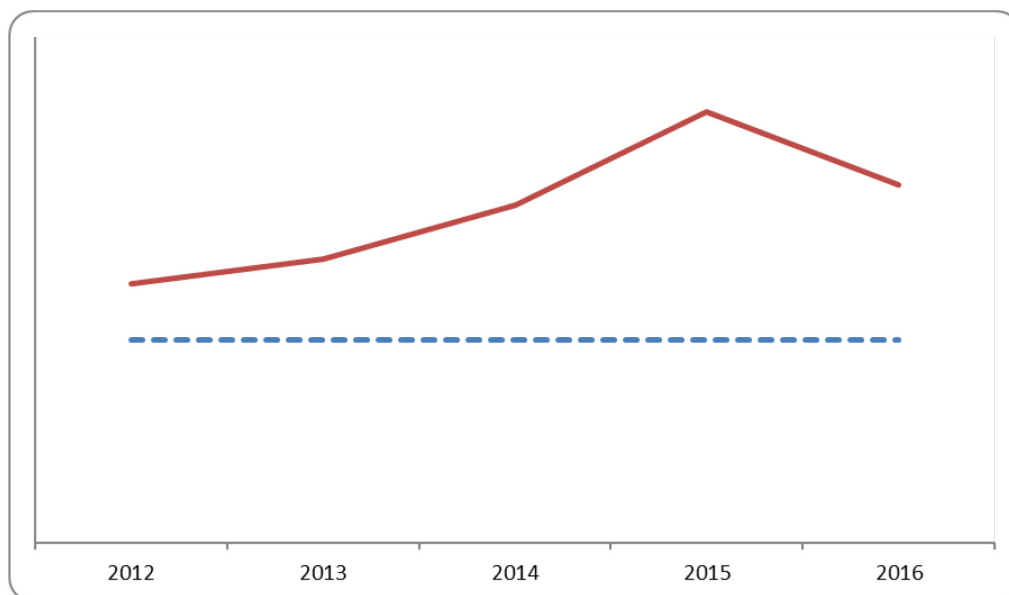


Рис. 1. Диаграмма количество аварий и количество подвижного состава подвесных канатных дорог (прерывистая-количество аварий в год, сплошная — количество подвижного состава)

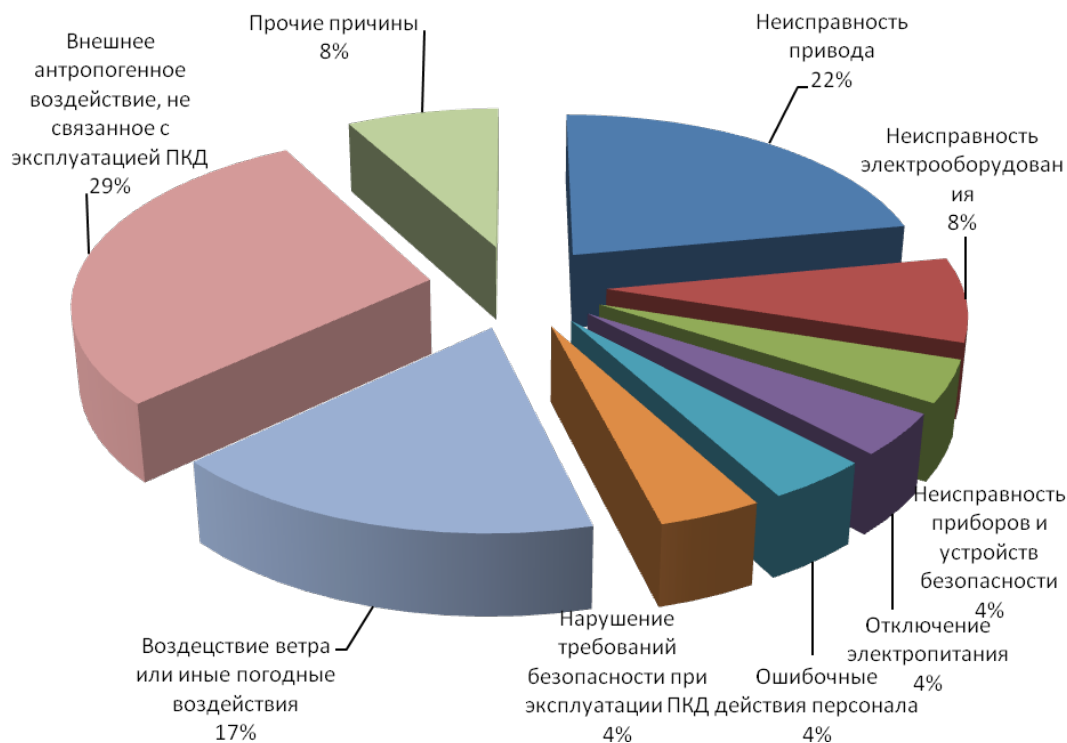


Рис. 2. Диаграмма распределения причин аварийных остановок

Согласно диаграмме распределений [1], наглядно показано что основные причины аварийных остановок приходится на внешние антропогенное воздействие, не связанное с эксплуатацией ПКД. Однако 4 процента это ошибочные действия персонала.

Одним из методов повышения безопасности при эксплуатации — это повышения навыков обслуживающего персонала.

Канатная дорога, как опасный производственный объект и относящийся к 3 классу опасности, требует должного внимания не только в процессе своей эксплуатации, как транспорта, но и к персоналу, ответственного за эксплуатацию, обслуживание и ремонт.

В настоящее время, с принятием профессиональных стандартов, к подбору специалистов относятся достаточно серьезно. Квалификационные требования к уровню знаний, умениям, профессиональным навыкам, а также, к профессиональному образованию и практическому опыту, который является необходимым для исполнения работ по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту подвесных и наземных канатных дорог устанавливает Профессиональный стандарт «Работник по эксплуатации, ремонту и техническому обслуживанию канатных дорог», где прописаны все требования, предъявляемые к работнику, претендующему на занятие соответствующей должности. В рамках данного документа специалисту необходимо пройти независимую оценку квалификации. Оценка квалификации проводится не только оператора ПКД, но и для таких специалистов как слесарь-обходчик пассажирских канатных дорог и фуникулеров, электромеханик по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту пассажирских канатных дорог и фуникулеров.

Быстрое развитие новейших технологий в наше время позволяет принимать так же и информационные технологии в оценке квалификации персонала, что позволит квалификационной комиссии центра оценки квалификации (ЦОК) проводить выездные мероприятия на предприятия заказчика для оценки квалификации персонала (ОКП), совмещая практический и теоретический этапы проверок знаний, а так же упростит процесс формирования и поддержания в упорядоченном виде информационного хранилища данных о работниках, которые проходят или уже прошли проверку знаний и данных, которые были использованы при аттестации, нормативных правовых актах и нормативно-технических документах, вопросах и вариантах ответов к ним по документам.

Подводя итоги, можно сделать следующие выводы:

Преимущества канатной дороги перед другими видами транспорта в городской среде и в горной местности: выбор наиболее оптимального пути, стоимость канатной дороги относительно другого вида общественного транспорта.

Анализ аварийных остановок показывает, что материальный и социальный ущерб от аварийных остановок пассажирских канатных дорог, работающих в интенсивном режиме, весьма значим, а проблеме повышения безопасности этого вида канатного транспорта, следует уделять особое внимание

Из-за специфики работы на канатных дорогах при их эксплуатации часто приводят к несчастным случаям ведущие к групповым травмам или гибели, поэтому повышение навыков обслуживающего персонала является одной из главных задач по повышению безопасности КД.

Литература:

1. Кинжибалов Александр Владимирович. Повышение безопасности пассажирских канатных дорог на основе оценки риска и резервирования привода: диссертация... кандидата технических наук: 05.05.04 / Кинжибалов Александр Владимирович; [Место защиты: Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (Новочеркас. политехн. ин-т)]. — Новочеркасск, 2008. — 175 с.: ил. РГБ ОД, 6109—5/845
2. А. С. Логвинов, А. А. Короткий. Пассажирские одноканатные дороги. — Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2016. — 210 с.
3. Короткий Анатолий Аркадьевич, Кирсанов Максим Викторович, Панфилов Алексей Викторович. Перспективы применения канатного транспорта в урбанизированной среде // Градостроительство. — 2013. — № 4. — с. 66–70.
4. О подготовке кадров для пассажирских канатных дорог / Короткий А. А., Иванов Б. Ф., Панфилов А. В., Егельская Е. В. // Вестник Донского гос. техн. ун-та. Том 14 № 3 (78). 2014. — с. 56–63.
5. Роль человеческого фактора при эксплуатации подъемных сооружений / Короткий А. А., Егельская Е. В., Котельников В. В., Яковлев И. В., Кононов П. В., Еременко Е. А. // Химагрегаты № 4 (28). 2014. — с. 42–45.
6. К вопросу обоснования безопасности пассажирского канатного транспорта на этапе проектирования / Месхи Б. Ч., Короткий А. А., Панфилов А. В. // Безопасность жизнедеятельности. 2016. № 11 (191). с. 15–24.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Анализ вариативных способов заморозки грунта

Забенкова Наталия Андреевна, студент;

Галкин Никита Сергеевич, студент;

Стоякова Ксения Леонидовна, кандидат педагогических наук, доцент;

Бесфамильная Екатерина Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент

Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского

Статья рассматривает различные способы заморозки грунта для строительства. Анализируются все достоинства и недостатки описываемых технологий, на основе приведенных данных определяется область использования тех или иных способов заморозки грунтов для подземного строительства.

Ключевые слова: *способы заморозки грунта, рассольный метод, низкотемпературное азотное замораживание, твердые криоагенты, сухой лед, хладоноситель, пучение грунта, сублимация, плавун*

Современные темпы развития социального и научно-технического прогресса, рост численности населения мира ставит перед собой непосредственную задачу развития подземных и наземных объектов различного назначения.

Территория России затрагивает различные погодные и природные условия, поэтому перед строительством ставится непосредственная задача использования оптимальных способов производства работ, особенно если рядом уже есть построенные сооружения или под землей проходят коммуникации. Это обуславливается сложными горно-геологическими условиями, характеризующимися неустойчивыми грунтами и течением подземных вод.

Предмет исследования данной статьи — различные технологии заморозки грунта. Решающим фактором выбора технологии может являться стабильность грунта и уровень грунтовых вод, поэтому применяется специальная технология по производству определенных работ. В мировой практике чаще всего используют заморозку грунта путем искусственной заморозки.

Искусственная заморозка грунта имеет разные способы проведения данных работ. Существует два практических способа, которые применяются в мировой практике уже давно [2, 5]. Нами рассматривается экспериментальный способ заморозки, который подразделяется на:

- замораживание грунта рассольным способом;
- низкотемпературное замораживание грунта с использованием жидкого азота;
- замораживание грунта с применением твердых криоагентов в подземном строительстве.

Каждый из данных способов является уникальной технологией, предназначение каждого из данных способов различно. Эти способы имеют плюсы и минусы.

В технологии замораживании грунта рассольным способом применяют для заморозки холодильный агент. В качестве хладагента применяют охлажденный водный раствор хлористого кальция (рассол). Данный рассол обладает свойством оставаться жидким даже при отрицательных температурах. Этот водный раствор, охлажденный на замораживающей станции, по системе труб попадает к замораживающим колонкам, в предварительно пробуренных скважинах [4, 5].

Для осуществления данного способа заморозки вырывается скважина, заглубленная на 2–5 м водоупорного грунта, в которую вставляется замораживающая труба. В данную трубу вставляется питающая труба, которая не доходит до дна замораживающей трубы на 40–50 см, с открытым нижним концом. Замораживающие колонки по специальной системе соединяют с питающими трубами, по которым в свою очередь подается рассол.

Данный рассол охлаждается на замораживающей станции. Охлаждает рассол аммиачная система, предназначенная для охлаждения рассола. Циркуляцию рассола в данной системе обеспечивает рассольная система. После того как охлажденный рассол попадает в систему замораживающих труб, которые охлаждают грунт путем теплообмена [1].

Этот способ имеет ряд преимуществ. Например, он обеспечивает возможность проводить работы в водоносных грунтах любого характера (глинистые породы грунта или кавернозными грунтами); после завершения работ грунт возвращается в первоначальное состояние без каких-либо изменений, не наносится экологический вред. Конечно же, данный способ хорошо изучен, изучены поведение и нестационарные процессы при работе с различными грунтами.

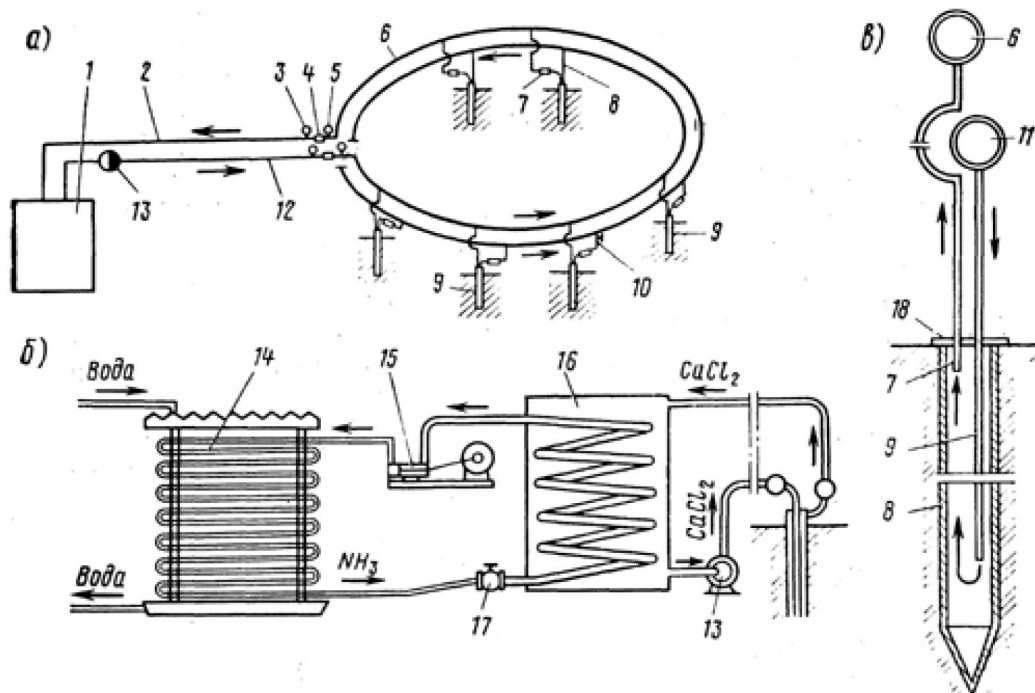


Рис. 1. Установка для замораживания грунтов рассольным методом: а) – схема циркуляции раствора; б) – схема замораживающей станции; в) – конструкция замораживающей колонки; 1 – рассольный бак; 2 – обратный рассолопровод; 3 – термометр; 4 – водомер; 5 – манометр; 6 – коллекторное кольцо; 7 – отводящая труда; 8 – замораживающие колонки; 9 – питающая труба; 10 – кран; 11 – распределительный рассолопровод; 12 – прямой рассолопровод; 13 – насос; 14 – конденсатор; 15 – аммиачный компрессор; 16 – испаритель; 17 – регулирующий вентиль; 18 – головка замораживающей колонки

Способ имеет недостатки: длительный период заморозки; в связи с тем, что происходит заморозка, грунт сильно переувлажняется; во время работ происходит сильное пучение грунта¹; данная технология может применяться только в герметичных трубах, иначе произойдет экологическое загрязнение; при работе с данной технологией летом, нужно оградить грунт от попадания на него солнечных лучей; и при разработке проекта с использованием данной технологии нужно обеспечить защиту уже существующих сооружений или коммуникаций.

Другой метод, это низкотемпературное замораживание с использованием жидкого азота. В данной технологии варьируется другой хладагент, в состав которого входит жидкий азот, причем его температура испарения намного превышает рассол.

Данный способ простотой, но при этом схож с рассольным методом. В нем жидкий азот доставляют на площадку сразу в цистернах, далее их подключают к замораживающим колонкам. Жидкий азот поступает в питающую трубу, которая стоит внутри замораживающей колонки. После прохода через питающую трубу жидкий азот оказывается внутри самой колонки и испаряется, поступая в питающую трубу соседней колонки. Так как этот процесс является циклическим, то дойдя до последней трубы и совершив процесс заморозки, жидкий азот поступает в атмосферу в виде испарений.

Положительные качества этого метода заключаются в том, что жидкий азот используют только однократно и его не нужно держать строго в замкнутой системе. После проведения всех работ его выпускают в атмосферу, а при попадании в грунт, он не загрязняет почву. Жидкий азот взрыво- и пожаробезопасен. Технология не требует наличие громоздких замораживающих станций [2].

Отрицательные качества — пучение грунтов, что приводит к увеличению объема грунта; сложные подготовительные работы; длительный процесс замораживания; в теплое время года место проведения работ нужно защищать от попадания солнечных лучей; стоимость проведения таких работ очень высока, в связи со стоимостью главного агента (жидкий азот).

И последний, экспериментальный способ замораживания грунтов с применением твердых криоагентов. Любое вещество, обладающее свойством сублимации², подходит для данного метода. Но с точки зрения технологии их получения, дефицитности, безопасности, стоимости был выбран диоксид углерода, называемый «сухой лед».

Как и в других способах, вырываются скважины, в которые устанавливаются замораживающие колонки с питающей трубой. Она подсоединена к резервуару с жидким хладоносителем и твердым криоагентом. В ре-

¹ Пучение грунта - это изменение объема почвы в следствии промораживания почвы.

² Сублимация - способность переходить из твердого состояния в газообразное минуя жидкое состояние, при низких отрицательных температурах.

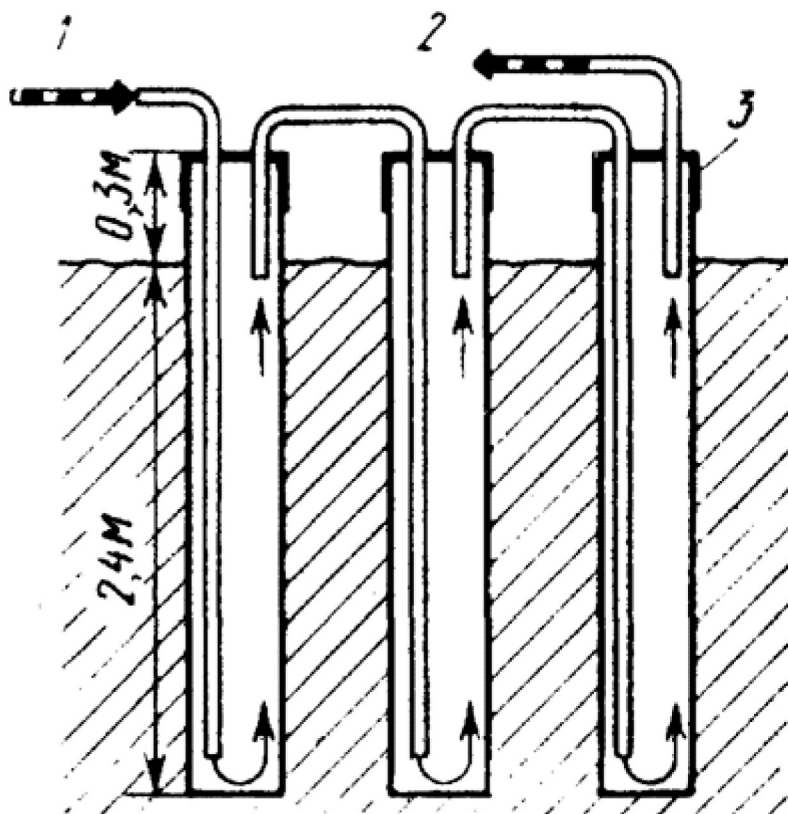


Рис. 2. Схема низкотемпературного азотного замораживания: 1 – подводящая труба; 2 – труба для отвода испарившегося азота; 3 – стальной оголовок замораживающей колонки

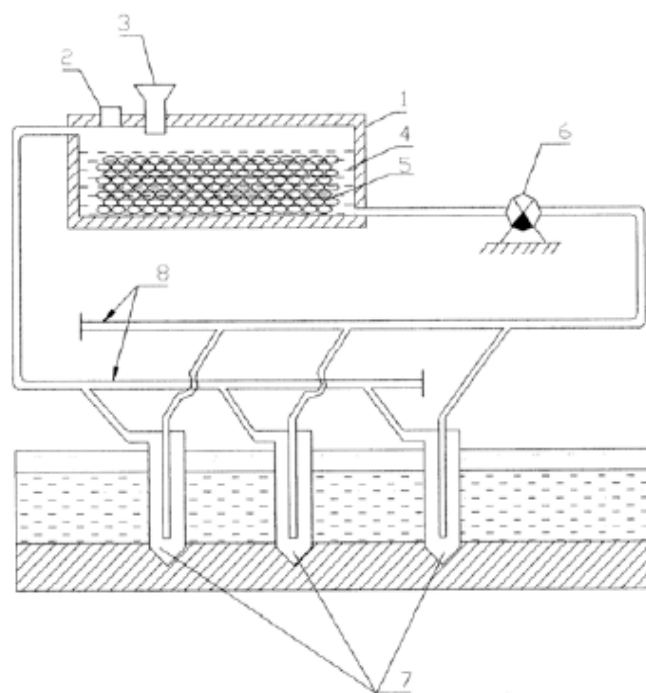


Рис. 3. Схема замораживания грунтов с применением сухого льда: 1 – резервуар; 2, 3 – входное отверстие; 4 – выходное отверстие для подачи хладоносителя; 5 – выходное отверстие для подачи твердого криоагента; 6 – насос; 7 – замораживающие колонки; 8 – трубопровод

зультате совместного нахождения жидкого хладоносителя и твердого криоагента происходит сублимация криоагента и интенсивное охлаждение хладоносителя. После охлаждения хладоноситель поступает в замораживающие колонки, где происходит теплообмен с грунтом [2].

К достоинствам способа следует отнести: компактность всей установки; высокие темпы замораживания за счет увеличения площади поверхности теплообмена хладоносителя с твердым криоагентом.

К недостаткам — большие сроки проведения подготовительных работ; сложность контроля заполнения скважин сухим льдом по глубине; высокая стоимость хладоносителя; во всех случаях, нужно защищать место проведения работ от попадания солнечных лучей во избежание обратного процесса (оттаивания).

Заключение

Каждый из этих способов стоит применять в разных случаях. Рассольный способ более универсален, поэтому его можно применять для предотвращения притока воды

в подземных выработках. Он так же применим ко всем видам грунта. Замораживание возможно на различных глубинах и при различной степени водонасыщенности грунтов. Так как способ хорошо изучен, его можно применять в любых масштабах: как на ограниченных, так и больших площадях.

Азотное замораживание является очень дорогостоящим, поэтому данная технология используется при ликвидации прорывов и пльвунов¹ в горных выработках, а также при выполнении срочных работ в водоносном грунте.

Заморозка сухим льдом является наиболее адекватной в условиях строительства подземных сооружений в плотном городском массиве.

Искусственное замораживание грунта — универсальный способ проведения работ, в особенности в водоносных грунтах. Но в разных условиях необходима корректировка и адаптация технологий. Все вышеперечисленные технологии являются наиболее востребованными и изученными.

Литература:

1. Архаров, А. М. Криогенные системы. Основы проектирования аппаратов, установок и систем. Том 1, 2. М.: Машиностроение. — 1999. — 720 с.
2. Зайцев, В. П. Холодильная техника. Москва. 1962 г. — 344 с.
3. Маэно, Н. Наука о льде. М.: Мир. — 1988. — 213 с.
4. Трупаков, Н. Г. Замораживание грунтов в подземном строительстве. — М.: Недра, 1974. — 280 с.
5. Хакимов, Х. Р. Искусственное замораживание грунтов для строительных целей. — М.: Строймаш, 1949. — 112 с.
6. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе // URL: http://www.xiron.ru/component?option,com_remository/Itemid,0/func,fileinfo/id,734/ (дата обращения 02.10.2017)

Исследование процесса конверсии сульфата калия из хлорида калия Тубегатанского месторождения и мирабилита Темрюкского месторождения

Рахматов Худоёр Бобониёзович, кандидат химических наук, доцент;

Султонов Нодир Нормуродович, ассистент;

Буранов Фирдавсий Эшбуриевич, ассистент

Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Для экспериментов использовали хлорид калия ДЗКУ, полученный флотационным методом из Тубегатанского месторождения, следующего химического состава, масс. %: KCl — 98,23, NaCl — 0,77, H₂O — 1,0 и очищенный мирабилит Темрюкского месторождения следующего химического состава, масс. %: Na₂SO₄·5,55, H₂O — 54,45.

Опыты по конверсии сульфата калия проводили на лабораторной установке, состоящей из стеклянного кварцевого реактора с мешалкой и электрическим подогревом. Температуру конверсии в реакторе поддер-

живали с помощью контактного термометра ТК-300 с точностью ±1 °С. Скорость вращения и температура непрерывно регулировались.

Конверсию получения сульфата калия проводили в две стадии: I — превращение мирабилита, хлорида калия в глазерит и маточный раствор глазерита. II — взаимодействие получающегося в стадии I глазерита с KCl и водой с образованием сульфата калия.

Маточный раствор после первой стадии подвергали упариванию с целью извлечения из маточного раствора хлорида натрия [1].

¹ Пльвун — грунт перенасыщенный водой, в частых случаях смесь песка или супесь

На первой стадии конверсии взаимодействует мирабилит и хлорид калия с маточным раствором с образованием глазерита. Оптимальное время конверсии составляет 1 час. Температура первой стадии 50–

60 °С. Результаты исследования показали, что при 50–60 °С входящая в состав мирабилита вода отделится, и мирабилит растворяется в виде ионов $\text{Na}^+ // \text{SO}_4^{2-}$ — H_2O .

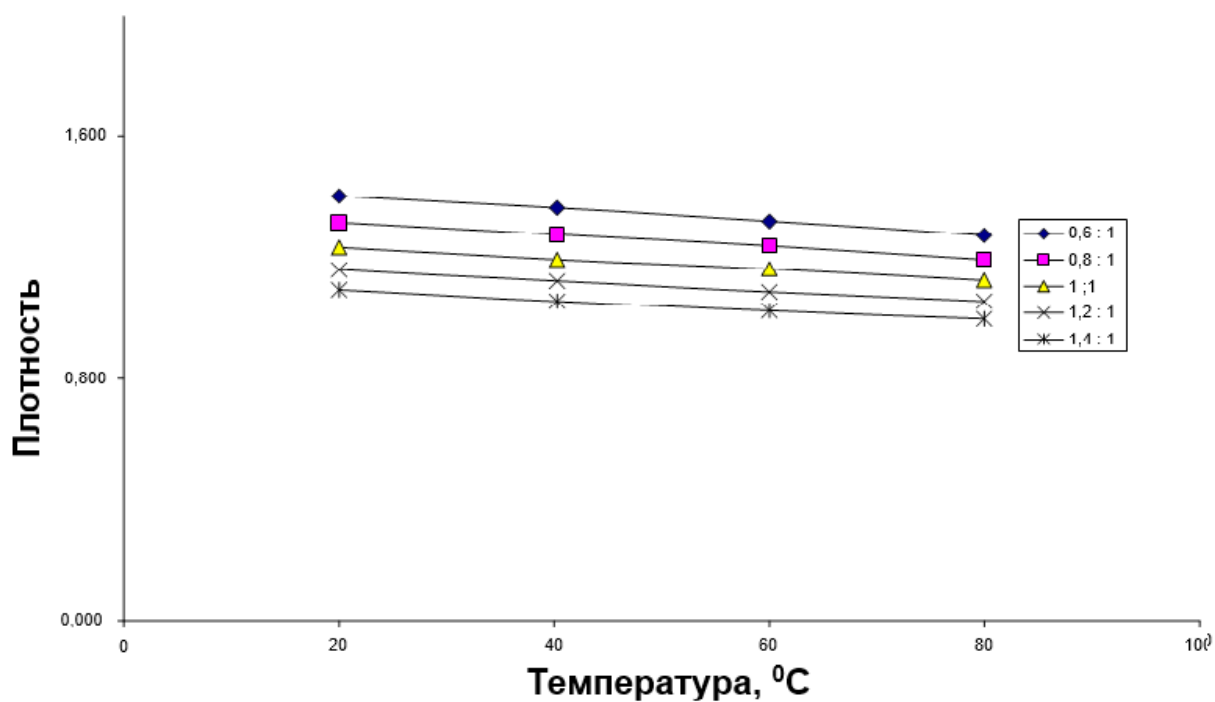


Рис. 1. Влияние Ж: Т на плотность (г/см³) суспензии глазерита

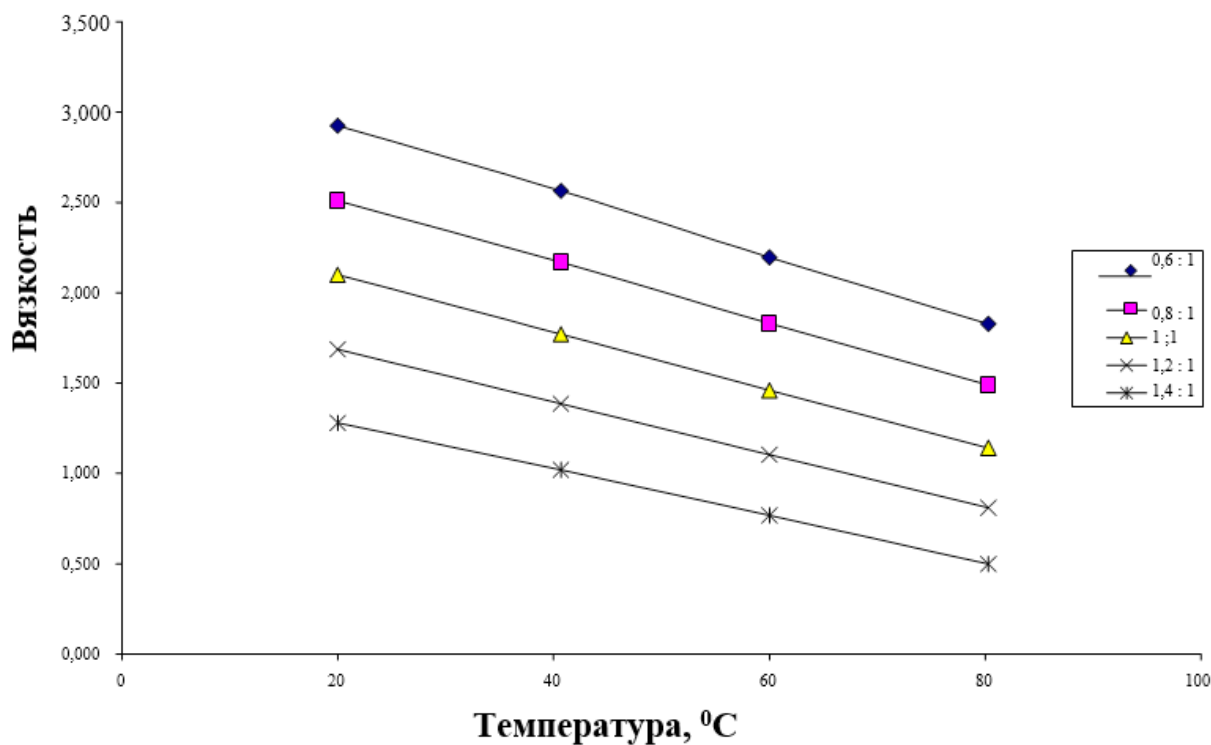


Рис. 2. Влияние Ж: Т на вязкость (мПа·с) суспензии глазерита

Таблица 1

Влияние Ж: Т на плотность (г/см³) суспензии глазерита

Ж: Т	Температура, °С			
	20	40	60	80
0,6: 1	1,403	1,364	1,320	1,274
0,8: 1	1,316	1,277	1,238	1,194
1,0: 1	1,233	1,194	1,162	1,124
1,2: 1	1,160	1,122	1,087	1,056
1,4: 1	1,094	1,056	1,024	0,998

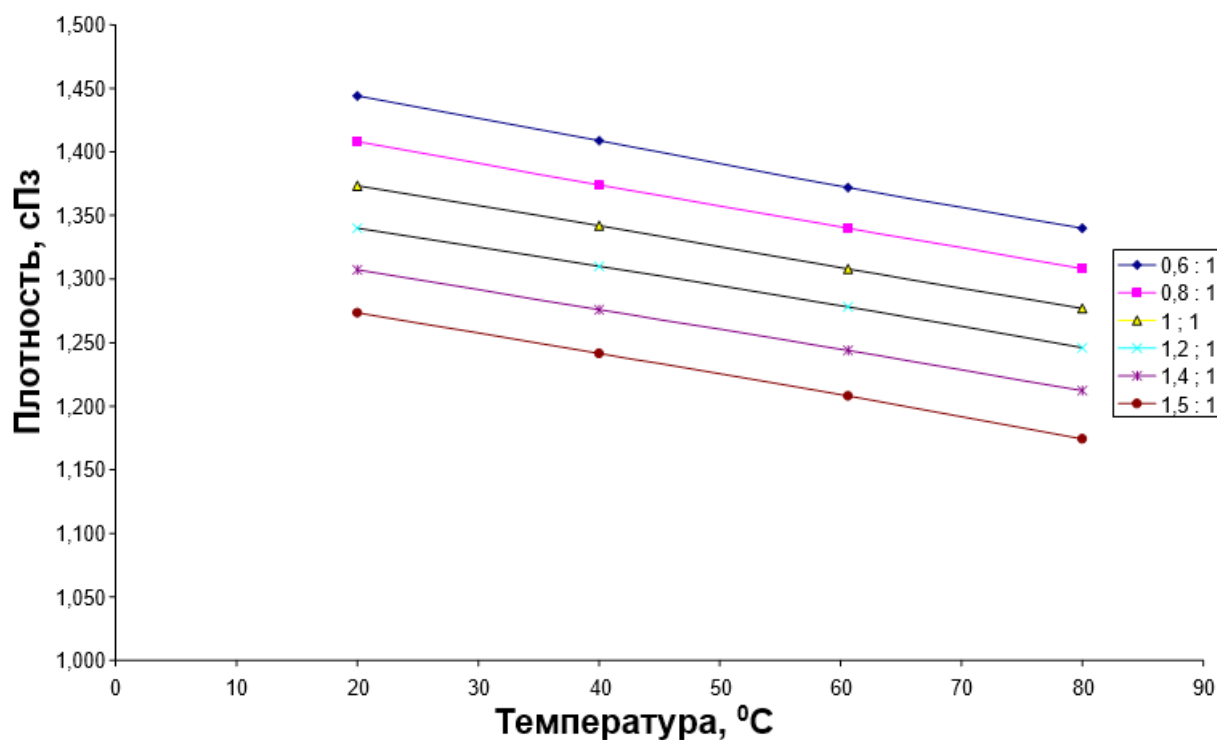
Таблица 2

Влияние Ж: Т на вязкость (мПа·с) суспензии глазерита

Ж: Т	Температура, °С			
	20	40	60	80
0,6: 1	2,924	2,564	2,196	1,828
0,8: 1	2,510	2,168	1,830	1,489
1,0: 1	2,100	1,772	1,460	1,142
1,2: 1	1,686	1,385	1,104	0,811
1,4: 1	1,280	1,020	0,767	0,500

В расчетах вводимой на первой стадии воды нужно учитывать входящую в состав мирабилита H_2O . Это нужно для того, чтобы после конверсии получить насы-

щенный маточный раствор. Излишки воды приводят к ненасыщенности маточника и дополнительной расход тепловой энергии для упаривания.

Рис. 3. Влияние Ж: Т на плотность (г/см³) суспензии сульфата калия

После конверсии 60 минут при температуре 50–60 °С образуется глазерит с химической формулой $Na_2SO_4 \cdot 3K_2SO_4$. Глазерит образовался в виде белого порошка. Полученный глазерит извлекали с помощью

фильтрации. Фильтрацию проводили в колбе Бунзена с помощью бумажного фильтра. Фильтруемость очень хорошая. Полученный после фильтрации глазерит сушили в сушильном шкафе.

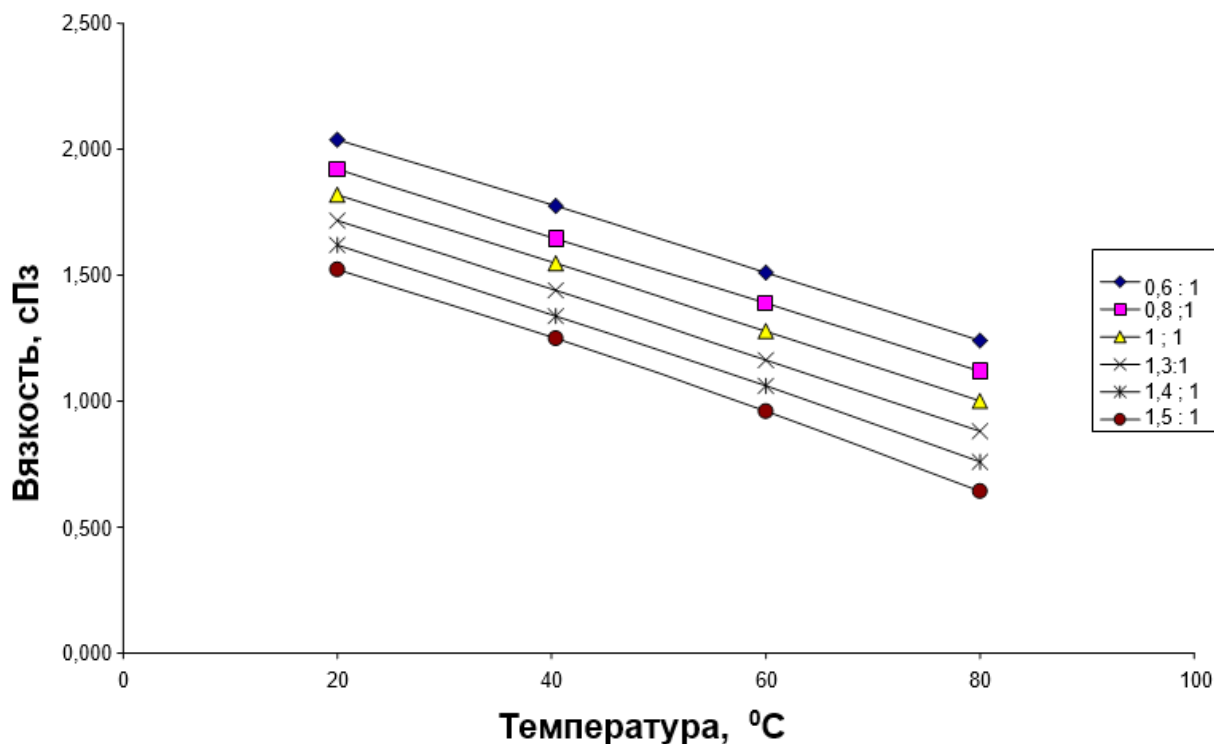


Рис. 4. Влияние Ж: Т на вязкость (мПа·с) суспензии сульфата калия

Таблица 3

Влияние Ж: Т конверсии на плотность суспензии

Ж: Т	Температура, °C			
	20	40	60	80
0,6: 1	1,444	1,409	1,372	1,340
0,8: 1	1,408	1,374	1,340	1,308
1,0: 1	1,374	1,342	1,308	1,277
1,2: 1	1,340	1,310	1,278	1,246
1,4: 1	1,307	1,276	1,244	1,212
1,5: 1	1,273	1,241	1,208	1,174

Маточный раствор после первой стадии упаривали с целью извлечения из маточника NaCl. В начале первой стадии при добавлении компонентов нужно рассчитать количество маточника, чтобы после фильтрации получали насыщенный раствор с хлоридом натрия. Кроме того, трудно установить степень упаривания ненасы-

щенного маточного раствора. Это нужно, чтобы при упаривании извлечь максимальное количество чистого хлорида натрия и получить насыщенный маточный раствор глазерита. Степень упаривания маточного раствора после извлечения глазерита 29–42% содержащейся воды.

Таблица 4

Влияние Ж: Т конверсии на вязкость суспензии

Ж: Т	Температура, °C			
	20	40	60	80
0,6: 1	2,037	1,774	1,510	1,240
0,8: 1	1,922	1,645	1,388	1,118
1,0: 1	1,819	1,547	1,277	1,000
1,2: 1	1,716	1,440	1,162	0,880
1,4: 1	1,620	1,337	1,061	0,758
1,5: 1	1,523	1,250	0,959	0,642

Выбрана оптимальная температура 100 °С, при атмосферном давлении испарение воды в процентах должно составлять чуть ниже 39%, чтобы получить чистый кристаллизат NaCl. Фильтрация должно проводиться при высокой температуре. Горячий раствор от испарения насыщен только NaCl, однако не KCl и не глазеритом. При охлаждении этого раствора достигается последовательное насыщение глазеритом и хлоридом калия. При охлаждении до температуры ниже 40 °С образуется суспензия из KCl, глазерита и незначительных количеств NaCl. Раствор насыщается глазеритом, KCl и NaCl, таким образом, имеет фактически такое же молярное соотношение, как и маточный раствор глазерита

из стадии конверсии. Суспензию таким образом можно подавать в стадию конверсии.

Упаривание проводили при атмосферном давлении. Время упаривания при 100 °С составило 16 минут после кипения воды (35–39%). Дальнейшее упаривание маточного раствора приводит к осаждению сульфатов, в особенности глазерита.

Во второй стадии взаимодействует полученный в технологической стадии I глазерит с хлоридом калия и водой, с образованием сульфата калия. Результаты исследования показывают, что оптимальная продолжительность конверсии составляет 30 минут. Температура второй стадии 25 °С.

Литература:

1. Самадий, М.; Мирзакулов, Х. Ч.; Кучаров Б.; Джураева С. Технология получения сульфата калия конверсионным методом из мирабилита Темрюкского месторождения и хлорида калия Тюбегатанского месторождения. // Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари — 2010: III Республиканская научно-техническая конференция. — 31–23 апреля 2010. — Термиз, — 2010. — с. 227–228.

Изучение влияния температуры на конверсию сульфата калия

Юлдашев Ташмирза Рахмонович, кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой;

Рахматов Худоёр Бобониёзович, кандидат химических наук, доцент;

Набиев Обид Каримович, ассистент

Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Температура в обеих стадиях конверсии зависит от растворимости входящих и образующихся солей в водной системе. На первой стадии конверсии по результатам исследований установили оптимальную температуру 50–60 °С. Все действующие технологии по получению сульфата калия рассчитаны на использование безводного сульфата натрия в качестве сырья, и процесс конверсии проводился при 25 °С. В этих технологиях приходилось извлечь получившуюся глаубе-

ровую (сульфат натрия 10-водный) соль при дополнительной стадии охлаждения до 0 °С. Мы использовали местное сырье мирабилит (сульфат натрия 10-водный) Темрюкского месторождения. Результаты лабораторного исследования показали, что при 25 °С мирабилит полностью не растворяется. Поэтому полученный в первой стадии конверсии продукт содержит в составе излишки сульфата натрия, нерастворившийся хлорид калия, хлорид натрия.

Таблица 1

Влияние температуры конверсии на плотность суспензии глазерита при Ж: Т = 1: 1

Температура конверсии, °С	Температура, °С			
	20	40	60	80
20	1,422	1,381	1,350	1,317
40	1,428	1,388	1,358	1,326
60	1,434	1,394	1,367	1,334
80	1,442	1,404	1,377	1,346

Исследования показали, что с повышением температуры растворимость мирабилита повышается и отделяется в ионы. Оптимальная температура конверсии первой стадии получилась 50–60 °С. По разработанной нами технологии можно не проводить дополнительную стадию охлаждения до 0 °С для кристаллизации глауберовой соли.

На второй стадии конверсии мирабилита с хлоридом калия взяли температуру

25°С. С повышением температуры растворимость сульфата калия повышается, и маточный раствор становится ненасыщенным сульфатом калия, в то время растворимость хлорида натрия остается неизменной.

Влияние температуры конверсии на вязкость суспензии глазерита при Ж: Т = 1: 1

Температура конверсии, °С	Температура, °С			
	20	40	60	80
20	4,300	3,540	2,806	2,090
40	4,160	3,370	2,660	1,949
60	4,000	3,250	2,545	1,835
80	3,840	3,124	2,439	1,729

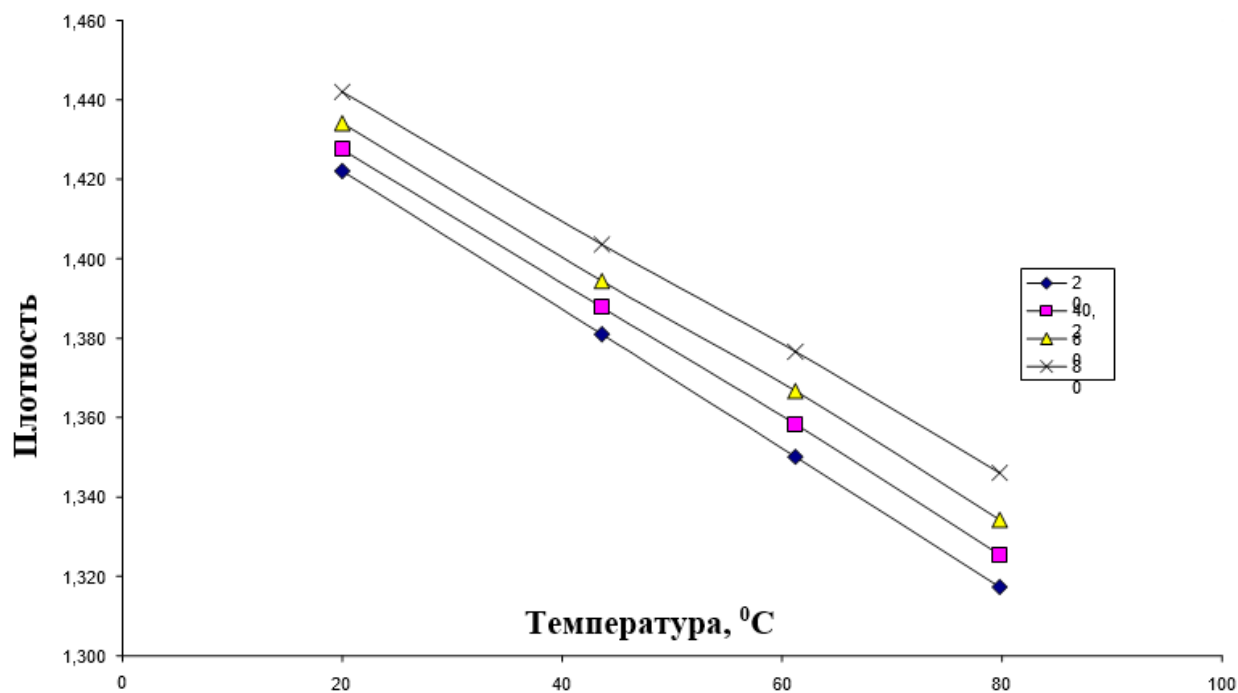


Рис. 1. Влияние температуры на конверсию глазерита. Ж: Т = 1: 1.

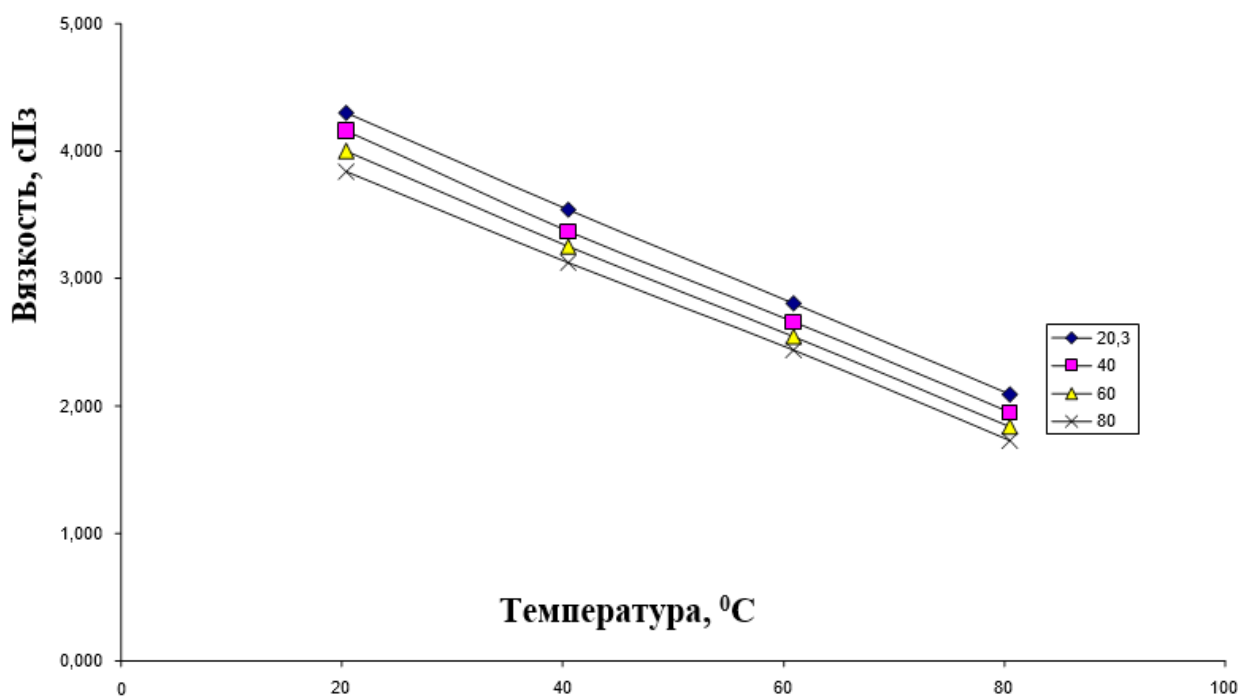


Рис. 2. Влияние температуры на конверсию глазерита. Ж: Т = 1: 1

Влияние температуры на плотность суспензии сульфата калия при Ж: Т = 1: 1

Температура конверсии, °С	Температура, °С			
	20	40	60	80
20	1,480	1,410	1,345	1,275
40	1,382	1,316	1,254	1,18
60	1,292	1,226	1,160	1,086
70	1,25	1,185	1,115	1,037
80	1,205	1,137	1,069	1,000
100	1,123	1,065	0,993	0,925

Таблица 4

Влияние температуры на вязкость суспензии сульфата калия при Ж: Т = 1: 1

Температура конверсии, °С	Температура, °С			
	20	40	60	80
20	2,237	2,082	1,950	1,800
40	1,947	1,800	1,652	1,510
60	1,684	1,536	1,400	1,260
70	1,504	1,362	1,221	1,086
80	1,362	1,215	1,073	0,945
100	1,054	0,919	0,771	0,636

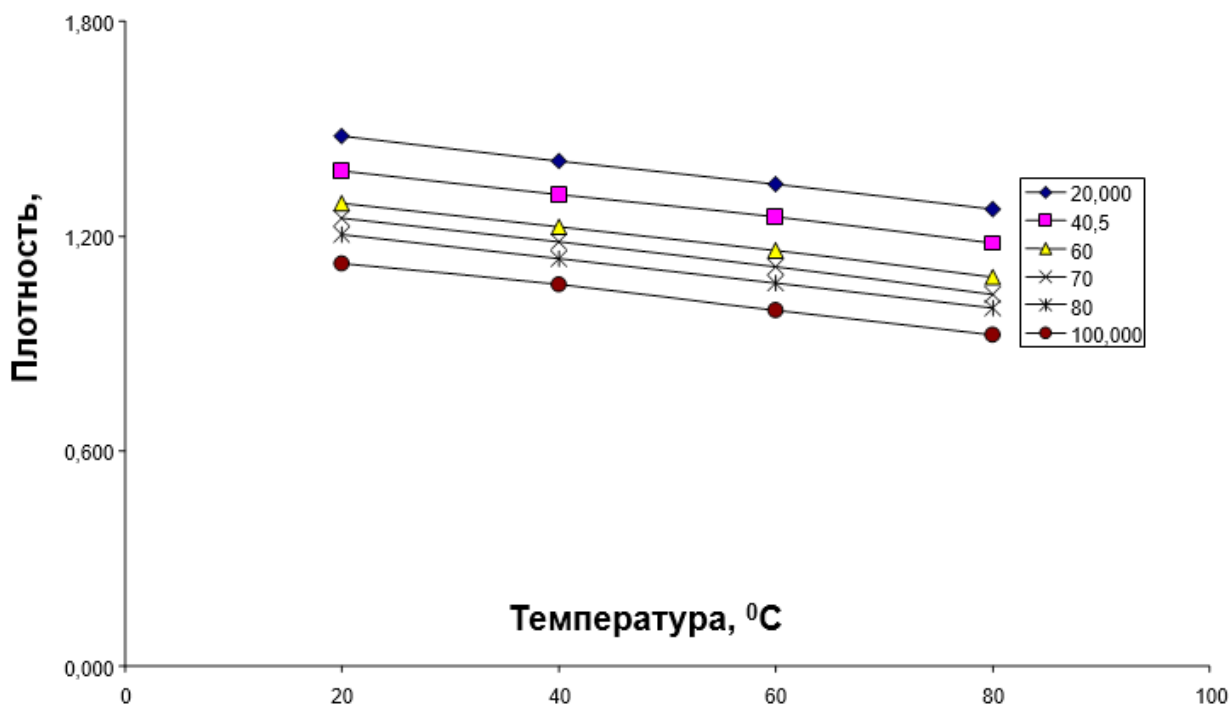


Рис. 3. Влияние температуры на плотность суспензии сульфата калия при Ж: Т = 1: 1.

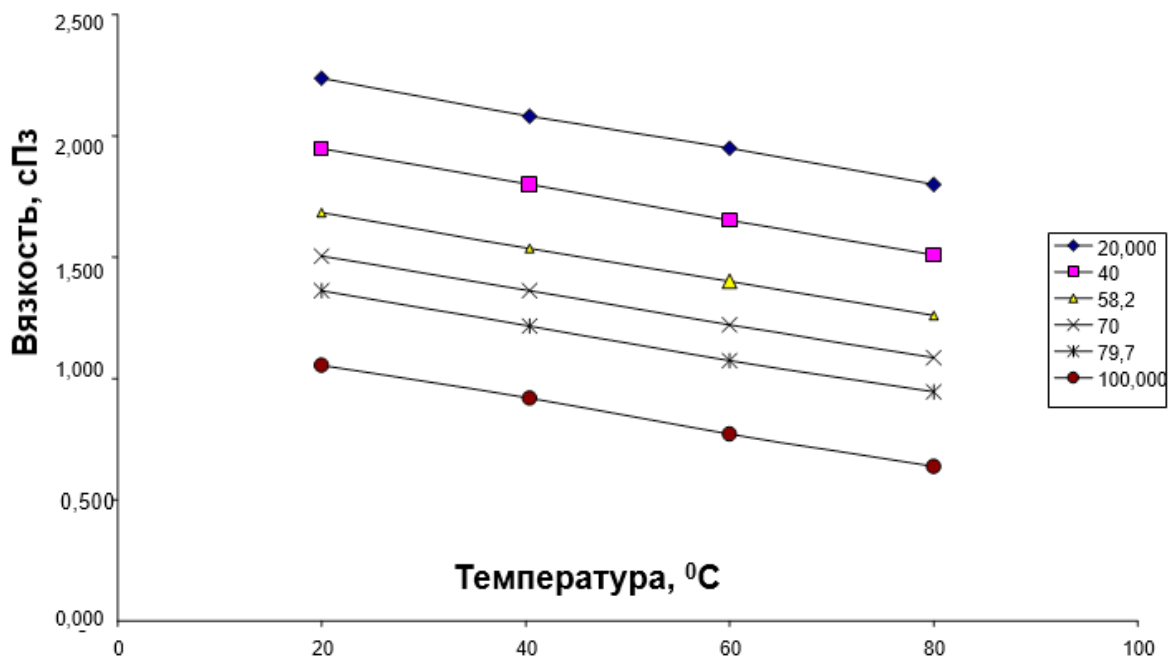


Рис. 4. Влияние температуры на вязкость суспензии сульфата калия при Ж: Т = 1: 1

И полученный продукт при высокой температуре получается с содержанием хлоридов калия и натрия. По ТУ содержание хлоридов в готовой продукции не должно

превышать 0,8%. При 25 °С получающийся сульфат калия во второй стадии отвечает всем требованиям ГОСТа.

Литература:

1. Рахматов, Х. Б.; Самадий, М. А. и др. Получение сульфата калия ионообменным методом. «Иқтисодни модернизация қилиш ва технологик янгилаш шароитида фан-таълим-ишлаб чиқариш интеграциясини ривожлантириш муаммолари ва ечимлари» Республика илмий-амалий анжумани илмий мақолалари тўплами. 29–30 май. 2015 йил. Қарши, — 2015. — 212–213 б.

Изучение плотности и вязкости суспензии в конверсии сульфата калия

Юлдашев Ташмирза Рахмонович, кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой; Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Было проведено детальное изучение плотности и вязкости всех этапов конверсии сульфата калия. Вязкость растворов была определена на вискозиметре ВПЖ-2. Плотность определена пикнометрическим методом.

Эксперименты по определению плотности и вязкости растворов по разделам конверсии были проведены при температурах 20, 40, 60, 80 °С. Результаты исследований приведены в таблицах.

Таблица 1

Плотность глазеритовой суспензии на первой стадии до конверсии

Температура, °C	Стадия	Время конверсии, мин	Плотность, при температуре (г/см ³)
20	I	0	1,385
40	I	0	1,382
60	I	0	1,29
80	I	0	1,28

Вязкость глазеритовой суспензии на первой стадии до конверсии

Температура, °С	Стадия	Время конверсии, мин	Вязкость, при температуре (спз)
20	I	0	2,799
40	I	0	2,275
60	I	0	1,866
80	I	0	0,606

Плотность суспензии с увеличением температуры в пределах 20–80 °С снижается. До начала конверсии первой стадии плотность суспензии составляет при температурах от 20 до 80 °С соответственно 1,385 и 1,28 г/см³. Столь большой интервал плотности между температурами показывает, что с повышением температуры растворимость входящего в конверсию сырья повышается. Анализируя эти данные, можно предположить, что температура первой стадии конверсии играет ключевую роль.

Далее были проведены исследования по определению вязкости первой стадии до конверсии при температурах 20–100 °С.

Результаты исследований показывают, что с повышением температуры вязкость суспензии значительно снижается. До начала конверсии первой стадии вязкость суспензии составляет при температурах от 20 до 100 °С соответственно 2,799 и 0,606 спз. Полученные данные вязкости, как и плотности, показывают значительное влияние температуры на суспензии первой стадии конверсии.

Было исследовано реологическое свойство после первой стадии конверсии. Результаты исследований плотности суспензии приведены в таблице 4–6, где можно наблюдать снижение плотности суспензии с увеличением температур от 20 до 80 °С и составляет от 1,426 до 1,286 г/см³.

Таблица 3

Плотность глазеритовой суспензии на первой стадии после конверсии

Температура, °С	Стадия	Время конверсии, мин	Плотность, при температуре (г/см ³)
20	I	60	1,426
40	I	60	1,383
60	I	60	1,338
80	I	60	1,286

Таблица 4

Вязкость глазеритовой суспензии на первой стадии после конверсии

Температура, °С	Стадия	Время конверсии, мин	Вязкость, при температуре (спз)
20	I	60	5,325
40	I	60	3,415
60	I	60	2,915
80	I	60	2,618

Сравнивая плотность до и после конверсии первой стадии, можно увидеть увеличение плотности при одинаковых температурах. Например, при 20 °С плотность суспензии до и после конверсии составляет соответственно 1,385 и 1,426 г/см³; при температуре 40 °С соответственно 1,382 и 1,383 г/см³; при температуре 60 °С соответственно 1,29 и 1,338 г/см³; при температуре 80 °С соответственно 1,280 и 1,286 г/см³. Самая большая разница плотности при 60 °С. Это один из тех факторов, почему мы взяли температуру первой стадии конверсии 60 °С.

Далее были проведены исследования по изучению вязкости суспензии после первой стадии с повышением температуры в пределах 20–80 °С. Результаты исследований показали, что с повышением температуры вязкость суспензии значительно снижается.

Вязкость суспензии после конверсии первой стадии снижается в очень больших пределах. Сравнивая вязкость до и после конверсии первой стадии, можно увидеть увеличение вязкости после конверсии. Например, при 20 °С вязкость суспензии до и после конверсии составляет соответственно 2,799 и 5,325 спз; при температуре 40 °С соответственно 2,275 и 3,415 спз; при температуре 60 °С соответственно 1,866 и 2,915 спз; при температуре 80 °С соответственно 0,606 и 2,618 спз. Самая большая разница вязкости при 20 °С.

Проводили эксперименты по изучению плотности суспензии до конверсии после добавления дополнительного хлорида калия.

Таблица 5

Плотность суспензии стадии получения сульфата калия до конверсии после добавления дополнительного хлорида калия

Температура, °С	Стадия	Время конверсии, мин	Плотность, при температуре (г/см ³)
20	II	0	1,462
40	II	0	1,460
60	II	0	1,386
80	II	0	1,378

Таблица 6

Вязкость суспензии стадии получения сульфата калия до конверсии после добавления дополнительного хлорида калия

Температура, °С	Стадия	Время конверсии, мин	Вязкость, при температуре (спз)
20	II	0	4,788
40	II	0	4,135
60	II	0	3,014
80	II	0	2,361

Плотность суспензии второй стадии до конверсии после добавления дополнительного хлорида калия с повышением температуры снижается, и можно увидеть разницу плотности до и после добавления хлорида калия в суспензии. Например, при

20 °С плотность суспензии до и после добавления хлорида калия в конверсию составляет соответственно 1,426 и 1,462 г/см³; при температуре 40 °С соответственно 1,383 и

1,460 г/см³; при температуре 60 °С соответственно 1,338 и 1,386 г/см³; при температуре

80 °С соответственно 1,286 и 1,378 г/см³. Самая большая разница плотности при 80 °С.

Если сравнивать плотность до и после первой стадии и до конверсии второй стадии после добавления дополнительного хлорида калия, то плотность суспензии повышается с продолжительностью конверсии. Например, при 20 °С плотность суспензии по этапам конверсии составляет 1,385; 1,426 и 1,462 г/см³.

Одновременно с изучением плотности суспензии второй стадии до конверсии после добавления дополнительного хлорида калия была исследована вязкость суспензии.

С увеличением температуры вязкость суспензии значительно снижается. Если сравнивать вязкость су-

спензии второй стадии до конверсии после добавления дополнительного хлорида калия с вязкостью суспензии после первой стадии, то вязкость суспензии на второй стадии до конверсии после добавления дополнительного хлорида калия менее изменчива. Это можно увидеть, сравнивая оба этапа конверсии. Например, при температуре 20 °С и 80 °С вязкость суспензии после первой стадии 5,325 и 2,618 спз, больше чем вязкость суспензии второй стадии до конверсии после добавления дополнительного хлорида калия 4,788 и 2,361 спз. А при температуре 40 °С и 60 °С вязкость суспензии после первой стадии 3,415 и 2,915 спз, меньше чем вязкость суспензии второй стадии до конверсии после добавления дополнительного хлорида калия 4,135 и 3,014 спз.

Далее были проведены исследования по определению реологических свойств (плотность и вязкость) суспензии второй стадии после конверсии. Плотность суспензии с увеличением температуры в пределах 20–80 °С снижается. Например, после конверсии второй стадии плотность суспензии составляет при температурах от 20 до 80 °С соответственно 1,581 и 1,476 г/см³. Данные по плотности суспензии после второй стадии конверсии приведены ниже.

Таблица 7

Плотность суспензии стадии получения сульфата калия после конверсии

Температура, °С	Стадия	Время конверсии, мин	Плотность, при температуре (г/см ³)
20	II	60	1,581
40	II	60	1,572
60	II	60	1,496
80	II	60	1,476

Плотность суспензии второй стадии после конверсии с увеличением температуры в пределах 20–80 °С снижается. До начала конверсии второй стадии после добавления дополнительного хлорида калия плотность суспензии составляет при температурах от 20 до 80 °С соответственно 1,462 и 1,378 г/см³; а после конверсии 1,581 и 1,476 г/см³. Если сравнивать плотность до и после конверсии при одинаковых температурах, то можно увидеть увеличение плотности. Анализируя эти данные, можно говорить о полном переходе хлорида калия и глазерита в сульфат калия. Исследование плот-

ности конверсии сульфата калия показывает, что с начала эксперимента до окончания плотность суспензии увеличивается. Например, по последовательности этапов плотность суспензии составляет при температуре 20 °С соответственно 1,385–1,426–1,462 и 1,581 г/см³; при температуре 40 °С соответственно 1,382–1,383–1,460 и 1,572 г/см³; при температуре 60 °С соответственно 1,290–1,338–1,386 и 1,496 г/см³; при температуре 80 °С соответственно 1,280–1,286–1,378 и 1,476 г/см³.

Таблица 8

Вязкость суспензии стадии получения сульфата калия после конверсии

Температура, °С	Стадия	Время конверсии, мин	Вязкость, при температуре (спз)
20	II	60	6,254
40	II	60	4,573
60	II	60	3,920
80	II	60	3,080

Далее были проведены исследования по определению вязкости суспензии после конверсии второй стадии с повышением температуры в пределах 20–80 °С. Сравнивая вязкость до и после конверсии второй стадии, можно увидеть увеличение вязкости после конверсии. Например, при 20 °С вязкость суспензии до и после конверсии составляет соответственно 4,788 и 6,254 спз; при температуре 40 °С соответственно 4,135 и 4,573 спз; при температуре 60 °С соответственно 3,014 и 3,920 спз; при температуре 80 °С соответственно 2,360 и 3,080 спз. Если сравнивать вязкость до и после кон-

версии при одинаковых температурах, то можно увидеть увеличение вязкости суспензии. Исследование вязкости конверсии сульфата калия показывает, что с начала эксперимента до окончания вязкость суспензии увеличивается. Например, по последовательности этапов вязкость суспензии составляет при температуре 20 °С соответственно 2,799–5,325–4,788 и 6,254 спз; при температуре 40 °С соответственно 2,275–3,415–4,135 и 4,573 спз; при температуре 60 °С соответственно 1,866–2,915–3,014 и 3,920 спз; при температуре 80 °С соответственно 0,606–2,618–2,361 и 3,080 г/см³.

Литература:

1. Рахматов, Х. Б.; Самадий, М. А. и др. Получение сульфата калия ионообменным методом «Иқтисодни модернизация қилиш ва технологик янгилаш шароитида фан-таълим-ишлаб чиқариш интеграциясини ривожлантириш муаммолари ва ечимлари» Республика илмий-амалий анжумани илмий мақолалари тўплами. 29–30 май. 2015 йил. Қарши, — 2015. — 212–213 б.

Исследование фотокаталитической активности тонких пленок ZnO<Cu, Fe>, полученных золь-гель методом, в модельной реакции окисления метиленового синего

Якушова Надежда Дмитриевна, аспирант;
Пронин Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный университет

В работе исследована фотокаталитическая активность тонких пленок ZnO<Cu, Fe>, полученных золь-гель методом, в модельной реакции окисления метиленового синего. Пленки были получены с использованием следующих прекурсоров: ацетат цинка, 2-метоксиэтанол, 2-аминоэтанол, ацетат меди, нитрат железа. Выяснено, что введение в оксид цинка небольших количеств меди улучшает фотокаталитическую активность, а введение железа, напротив, ухудшает. Также в работе предложена модель фотодegradации метиленового синего на полученных образцах.

Ключевые слова: золь-гель технология, фотокатализ, оксид цинка, наноструктурированные пленки.

В настоящее время солнечный свет признан одним из наиболее перспективных альтернативных источников энергии на ископаемом топливе [1]. Поэтому разработка и исследование новых материалов, способных преобразовывать солнечное излучение в тепловую, электрическую и химическую энергии, является одним из приоритетов перехода к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике [2]. Особый интерес в этом направлении представляют полупроводниковые материалы, которые из-за способности фотогенерации свободных носителей заряда могут быть использованы для выработки электроэнергии, а также инициирования химических процессов. Поэтому на сегодняшний день наиболее востребованные солнечные энергетические технологии — это изготовление солнечных батарей и фотокатализаторов. Однако несмотря на усилия и заметные успехи в этих направлениях, возможности технической реализации сдерживаются недостаточной изученностью особенностей процессов, протекающих в структурах и, как следствие, низких значений коэффициента поглощения и квантовой эффективности при преобразовании солнечной энергии [3].

Использование фотокатализаторов для очистки сточных вод предприятий, фотолиза воды, синтеза органического топлива в настоящее время является реальной перспективой, уже вышедшей на уровень пилотных и опытных установок. Несмотря на это, эффективность фотокатализаторов все еще оставляет желать лучшего, и поэтому имеют большую актуальность исследования, направленные на разработку инновационных подходов к синтезу материалов с использованием новых эффектов, позволяющих увеличить эффективность преобразования солнечной энергии в фотокаталитических процессах [4, 5].

В настоящее время все подходы по улучшению «светособирающих» свойств полупроводниковых фотокатализаторов можно разделить на две группы: расширение области спектра оптического отклика полупроводника

и усиление взаимодействия потока света с полупроводником [6]. В настоящей работе проведено исследование влияния целенаправленного легирования оксида цинка катионами металлов (Cu и Fe) на фотокаталитические свойства в модельной реакции окисления метиленового синего.

В качестве прекурсоров для синтеза пленкообразующих золь-гелей использовались следующие реагенты: дигидрат ацетата цинка $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 2-метоксиэтанол $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, 2-аминоэтанол $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, нонагидрат нитрата железа $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, моногидрат ацетата меди $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} \cdot \text{H}_2\text{O}$ — производство *Sigma-Aldrich*®, США. В качестве подложек было использовано предметное стекло.

Для получения пленок ZnO<Cu, Fe> использовалась следующая методика: 10 г $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 20 мл $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ и 3,2 мл $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ и прекурсора соответствующих металлов смешивались в круглодонной колбе и перемешивались в течение 15 минут при комнатной температуре до полного растворения ацетата цинка. На втором этапе раствор перемешивался в течение 60 мин при температуре 60 °С с помощью магнитной мешалки. Полученный золь созрел в течение 24 ч при комнатной температуре и наносился на подложки методом погружения (*dip-coating*).

Формирование ZnO<Cu, Fe> производилось методом центрифугирования. Окончательный отжиг проводился в течение 120 мин при 600 °С.

На рисунке 1 приведена структура поверхности синтезированных образцов, полученная методом атомно-силовой микроскопии.

Анализ полученных изображений показывает, что в обоих случаях архитектура образцов представлена ветвистыми структурами полупроводникового материала, собранного из первичных зерен, полученных в золь-гель ранних этапах его синтеза. Однако в образце ZnO<Fe> средняя характерная толщина ветвей ниже, чем в образце ZnO<Cu> (1,2 и 1,6 мкм соответственно).

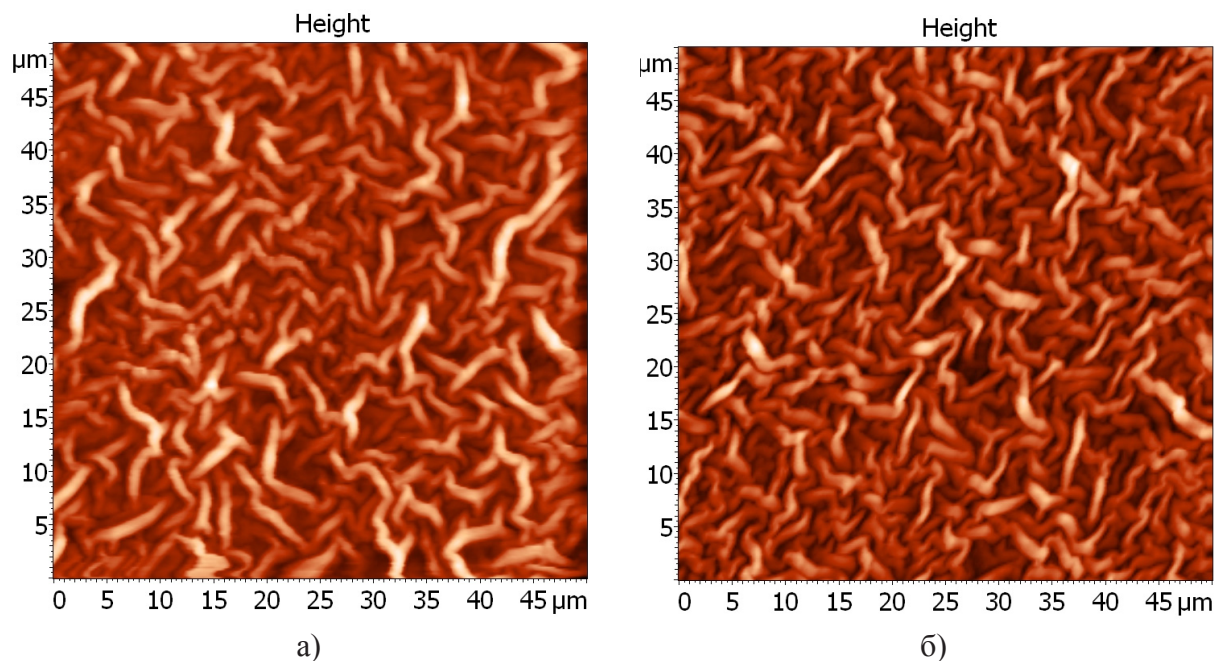


Рис. 1. Структура поверхности пленок ZnO<Cu> (а) и ZnO<Fe> (б), полученных золь-гель методом (по данным атомно-силовой микроскопии)

Все полученные образцы, а также контрольный образец нелегированного оксида цинка, полученного по аналогичной методике, были протестированы на фотокаталитическую активность в модельной реакции окисления метиленового синего.

Анализ полученных экспериментальных данных указывает на то, что процессы фотодеградации метиленового синего являются реакцией, близкой к реакции первого порядка. На рисунке 2 представлены константы скорости для всех полученных образцов.

Анализ рисунка показывает, что введение в оксид цинка меди улучшает его фотокаталитическую активность, а введение железа, напротив, ухудшает. На рисунке 3 приведена предполагаемая схема процессов,

происходящих при фотокаталитическом окислении метиленового синего.

При действии на фотокатализатор УФ-излучения с энергией равной (или большей) ширине запрещенной зоны (для ZnO $\Delta E_g = 3,5$ эВ) происходит генерация электронно-дырочной пары. Фотогенерированные положительные дырки валентной зоны реагируют с адсорбированной на поверхности ZnO водой, либо гидроксогруппами. Данный процесс приводит к образованию радикала $\cdot\text{OH}$, обладающего сильными окислительными свойствами. Электроны зоны проводимости реагируют с акцепторами электронов, такими, как адсорбированный на поверхности кислород или кислород, растворенный в воде. Данный процесс приводит к об-

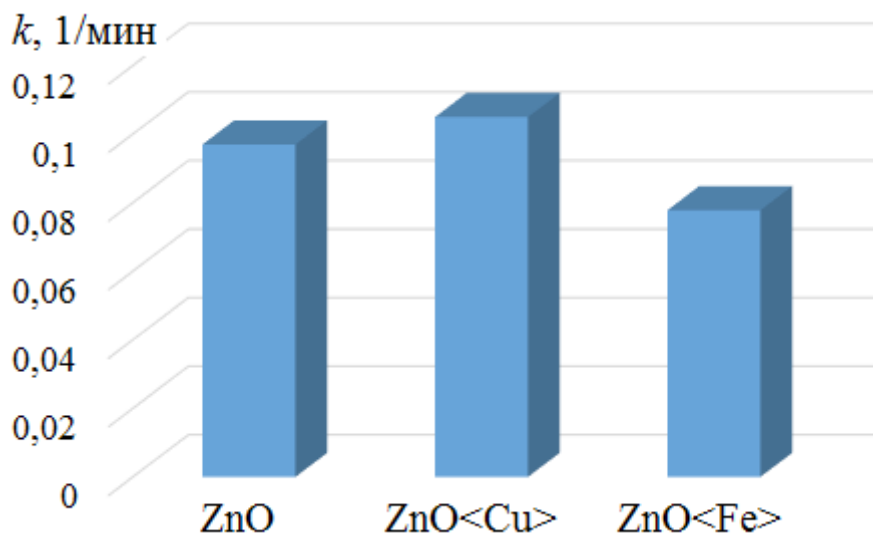


Рис. 2. Константы скорости фотокаталитического разложения метиленового синего на полученных образцах

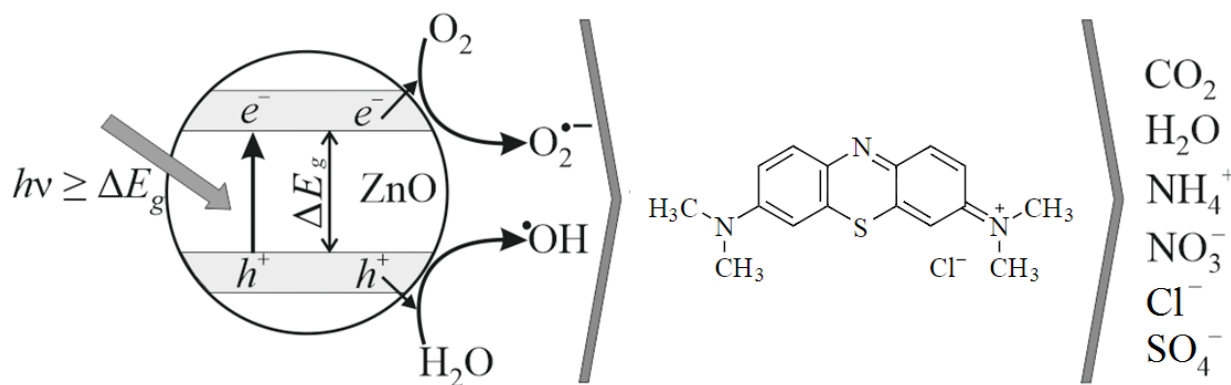


Рис. 3. Схема процессов фотокаталитического окисления метиленового синего

разованию супероксидного радикала $O_2^{\bullet-}$. Полученные высокоактивные радикалы вступают во взаимодействие с метиленовым синим с образованием промежуточных соединений, которые, разлагаясь, образуют неорганические ионы, как показано на рисунке 3.

Таким образом, в работе проведено исследование фотокаталитической активности тонких пленок $ZnO<Cu, Fe>$, полученных золь-гель методом, в модельной ре-

акции окисления метиленового синего. Показано, что введение катионов металлов в оксид цинка позволяет как улучшать фотокаталитическую активность, так и ухудшать ее.

Авторы выражают благодарность Мараевой Е.В. (к. т. н., ассистент кафедры микро- и нанoeлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ») за помощь в исследовании структуры образцов.

Литература:

1. Dresselhaus, M. S., Thomas I. L. Alternative energy technologies // Nature. — 2001. — Т. 414. — №. 6861. — с. 332–337.
2. Goumas, M., Lygerou V. An extension of the PROMETHEE method for decision making in fuzzy environment: Ranking of alternative energy exploitation projects // European Journal of Operational Research. — 2000. — Т. 123. — №. 3. — с. 606–613.
3. Asahi, R. et al. Visible-light photocatalysis in nitrogen-doped titanium oxides // Science. — 2001. — Т. 293. — №. 5528. — с. 269–271.
4. Пронин, И. А. и др. Фотокаталитическое окисление фармацевтических препаратов на тонких наноструктурированных пленках оксида цинка // Кинетика и катализ. — 2014. — Т. 55. — №. 2. — с. 176–176.
5. Пронин, И. А. и др. Взаимосвязь фотокаталитических и фотолюминесцентных свойств оксида цинка, легированного медью и марганцем // Физика и техника полупроводников. — 2014. — Т. 48. — №. 7. — с. 868–874.
6. Hoffmann, M. R. et al. Environmental applications of semiconductor photocatalysis // Chemical reviews. — 1995. — Т. 95. — №. 1. — с. 69–96.

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Модернизация робота — чистильщика аквариумов (MOAI) с применением композиционных материалов и технологии беспроводной зарядки

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор;

Самойленко Никита Андреевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В статье даны предложения по совершенствованию робота для очистки аквариумов с использованием современных композиционных материалов и набирающей популярность технологией беспроводной зарядки. Предложенные модернизации позволят данному роботу не только чистить аквариум от водорослей, а также производить дезинфекцию внутренней поверхности стенки аквариума. Также автором рассмотрены тенденции развития роботов по концепции универсальности и приведены примеры возможных модернизаций для реализации этой концепции на примере данного робота.

Ключевые слова: робот, композиционные материалы, беспроводная зарядка, Qi, концепция универсальности.

В современном мире исследования в области робототехники являются актуальными. Создание новых и усовершенствование действующих технологий, рост механизации и автоматизации производства позволяет назвать 21 век «веком научно-технического прогресса», в частности робототехника является концентратором инновационных технологий и новых материалов. В настоящее время идет внедрение роботов во все сферы жизнедеятельности человека, в частности в данной статье предложены модернизации бытового сервисного робота. Ключевыми трендами развития домашних роботов в настоящее время являются: создание нового программного обеспечения, возможность управления домашними роботами через смартфон, универсальность и многозадачность, а также оснащение их искусственным интеллектом.

На основании вышесказанного сформировалась цель работы: модернизация сервисного домашнего робота, для которой будут привлечены инновационные материалы и технологии, а также повышение универсальности робота путем добавления определенных функций.

Поставленная цель определила следующие основные задачи данного исследования:

1. Провести аналитический анализ литературы по данной проблеме;
2. Применить усовершенствования к роботу MOAI;
3. Рассмотреть технические характеристики и функциональные возможности усовершенствованного робота.

Прежде чем рассматривать предложенные модернизации, необходимо рассмотреть робота, подлежащего усовершенствованию. MOAI — это роботизированное устройство, прибор для очистки стекол и предотвра-

щения роста водорослей на стенках аквариума, внешний вид представлен на рисунке 1.

Подготовить такой прибор к работе довольно просто: для этого необходимо поместить его на поверхность аквариума, после чего оба блока плотно скрепляются вместе с помощью магнитного притяжения, таким образом, он сразу же готов к использованию.

Владелец аквариума просто включает MOAI, всю остальную работу он делает самостоятельно. Качество очистки можно смело назвать превосходным, ведь устройство автоматически определяет нужную площадь для работы, при этом, не пропуская ни одного угла и участка. Во время простоя робот базируется на док-станции, что способствует полностью автономной работе и отсутствию необходимости заряжать робота вручную.

Другая функция робота — возможность транслировать происходящее в аквариуме через Full HD-камеру, подключаясь к интернету по Wi-Fi. Угол обзора MOAI составляет 120 градусов, что позволяет во всей красе рассмотреть жизнь подводного мира. Если этого будет недостаточно, то робота всегда можно передвинуть, управляя им из приложения.

Возможность управления роботом через смартфон соответствует трендам развития домашних роботов, однако для воплощения многозадачности и превращения робота — чистильщика аквариумов в робототехнический комплекс по уходу за аквариумом понадобятся дополнительные функции.

Для расширения функционала робота имеет смысл добавить устройство для кормления. Так как док-станция располагается выше уровня воды (см. рисунок



Рис. 1. Внешний вид робота

1), то на уровне док станции, с помощью крепления, перекидывающегося через верхний край аквариума, или с помощью электромагнита (в случае аквариумов с закрытым верхом) можно закрепить устройство, которое бы выдавало порцию корма через определенные промежутки времени, которые также настраиваются через

приложение. Для простоты работы, кормушка делается в виде барабана, разделенного на секторы, один из которых не имеет стенки (данный сектор направлен вниз к воде), тем самым при перемещении секторов с кормом, к участку стенки с отверстием корм высыпается вниз. Схема барабана изображена на рисунке 2.

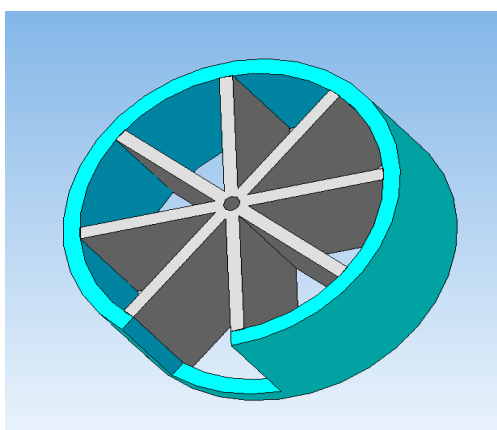


Рис. 2. Схема барабана

Для приведения данной конструкции в движение достаточно одного сервопривода, в качестве которого может быть выбран микросервопривод FS90, имеющий малые габариты $23,2 \times 12,5 \times 22$ мм, с диапазоном вращения 360° , способный поворачиваться на заданный угол и удерживать его.

Помимо механической очистки стенки от водорослей, большую пользу принесет функция очистки поверхности от бактерий. Так как помимо стекла бактерии могут образовываться на скребке, то для пассивной очистки от бактерий можно применить для внутреннего скребка композитные материалы, воздействие которых на микроорганизмы оценили О.А. Кротикова, А.С. Озерин, Ф.С. Радченко, О.В. Колотова — материалы на основе полиэтиленimina (ПЭИ) и наноразмерных частиц иодида серебра. [3]. Активность композита ПЭИ — AgI приблизительно на 20% выше чем фармацевтического препарата «Сиалор» (гигиеническое средство для местного применения).

Для активной очистки стекла от бактерий необходима ультрафиолетовая (УФ) лампа. УФ лампа располагается на внутреннем скребке по направлению к стеклу, в герметичной защите. В качестве активного дезинфектора может быть выбрана бактерицидная лампа Philips TUV PL-S 5W/2P 1CT, которая производит коротковолновое ультрафиолетовое излучение (УФ-излучение) с пиковым значением на длине волны 253,7 нм, что оказывает бактерицидное действие. Лампа имеет малые размеры: габаритная длина — 105мм, диаметр колбы — 13мм, что удовлетворяет габаритам внутреннего скребка. Мощность лампы 5,5 Вт. Для питания лампы применяется сборка из маленьких единичных литиевых элементов, чтобы получить батарею с требуемым напряжением элементы соединяют в последовательном порядке и комплектуют зарядным устройством и контроллером в одном корпусе — данный тип батарей является стандартным для автономного питания потребителей небольшой мощности.

Для заряда батареи используется беспроводная зарядка по стандарту Qi. Это стандарт, разработанный Консорциумом беспроводной электромагнитной энергии (WirelessPowerConsortium, WPC) для индукционной передачи энергии. Аппаратура Qi включает в себя пластину передатчика и совместимый приёмник в подключаемом устройстве. Зарядка происходит посредством индукционной передачи энергии как, например, в трансформа-

торах. Устройства стандарта Qi используют электромагнитную индукцию между двумя плоскими катушками. Одна из них является передатчиком и подключается к источнику энергии, а вторая находится внутри заряжаемого устройства и является приёмником. Связь между катушками осуществляется следующим образом (схема связи показана на рисунке 3):

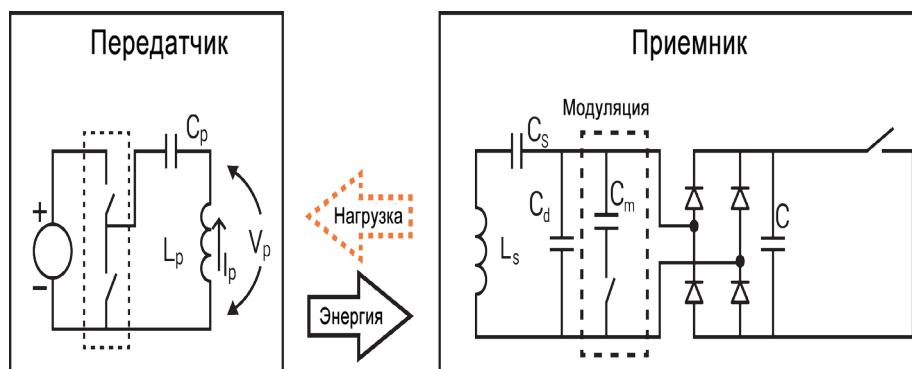


Рис. 3. Система связи беспроводной зарядки Qi

- Приемник в мобильном устройстве модулирует нагрузку путем переключения конденсатора модуляции (C_m).
- Передатчик в базовой станции демодулирует отраженную нагрузку путем измерения тока первичной катушки (I_p) или напряжения первичной катушки (V_p).

Зарядка будет осуществляться во время простоя работа на док-станции, в которой будет находиться базовая индукционная катушка (передатчик), соответственно катушка-приемник находится внутри скребка с УФ лампой. Для зарядки аккумулятора небольшой УФ лампы достаточно будет Qi-набора с выходом 5 В/1 А, в качестве такого набора можно выбрать 800123001 Qi Wireless 5 V/1 A ChargingKit.

Научная новизна:

1. В конструкции робота применены новые композиционные материалы;
2. Для усовершенствований применена перспективная технология беспроводной зарядки по стандарту Qi.
3. Данные усовершенствования ранее представлены не были.

Практическая ценность заключается в следующем: так как на рынке сервисных домашних роботов в настоящее время есть только два робота — чистильщика аквариумов (второй робот — gobosnail обладает тем же функционалом за исключением управления по мобильному приложению и наличия камеры), то данные улучшения могут дать развитие целому подвиду домашних унифицированных робототехнических комплексов по уходу за аквариумом.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. // Концепции развития робототехники / Е. В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политехн. ун-та, 2017—437 с.
2. Поезжаева, Е. В. // Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч. / Е. В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Перм. Гос. техн. ун-та, 2009. — Ч. 2. — 185 с.
3. Композиты на основе полиэтиленimina и наноразмерных частиц иодида серебра с антибактериальными свойствами / Кротикова О. А., Озерин А. С., Радченко Ф. С., Колотова О. В. // Известия ВолгГТУ. Сер. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. — Волгоград, 2017. — № 3 (198). — с. 45—49.
4. Оуэн, Бишоп. // Настольная книга разработчика роботов / Бишоп. Оуэн. — : МК-Пресс, 2010. — 400 с.
5. Патент: беспроводная индуктивная передача мощности / URL: <http://www.findpatent.ru/patent/262/2627681.html>
6. MOAI the robot for you aquarium / URL: <https://www.kickstarter.com/projects/moai/moai-robot-for-your-aquarium>
7. The world's first automatic aquarium glass cleaner, RoboSnail / URL: <http://www.robosnail.com/>

Ретрофаринготом (патент на полезную модель № 145499)

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор
Тюменский государственный университет

Извин Александр Иванович, доктор медицинских наук, профессор;
Кузнецова Надежда Ефимовна, кандидат медицинских наук;
Комаров Антон Петрович, врач
Тюменский государственный медицинский университет

Приводится описание и методика использования устройства, предназначенного для безопасного для больного вскрытия заглоточного абсцесса.

Ключевые слова: заглоточный абсцесс, ретрофаринготом.

Полезная модель относится к области медицины и медицинской технике, а именно к устройствам, предназначенным для проведения ретрофаринготомии.

Цель полезной модели — обеспечение быстрого и атравматичного для окологлоточных тканей проведения операции, заключающейся во вскрытии заглоточного абсцесса (ретрофаринготомии).

Как известно, одним из наиболее тяжелых осложнений ангины у детей раннего возраста, является ретрофарингеальный (заглоточный) абсцесс, возникающий вследствие вовлечения в воспалительный процесс лимфоидных гранул задней стенки глотки, что в свою очередь связано с анатомо-физиологическими особенностями рыхлой клетчатки между фасцией глоточной мускулатуры и предпозвоночной пластинкой шейной фасции у пациентов данной возрастной группы [1, 3].

На сегодняшний день основным методом оказания медицинской помощи при данном заболевании является немедленное вскрытие абсцесса.

Однако, во время проведения подобного рода операций у пациентов раннего возраста, могут возникнуть определенные трудности, т. к. все манипуляции, проводимые оператором, требуют неподвижности от больного, поскольку доступ к заглоточному пространству осуществляется через ротовую полость, и, при несоблюдении мер предосторожности, может служить причиной возникновения послеоперационных осложнений (травмирование мягких тканей и кровеносных сосудов).

Следует отметить, что инструменты, используемые при подобных операциях, представлены различного рода скальпелями, выпускаемыми медицинской промышленностью [5, 6].

В частности, известен скальпель [2], содержащий выполненное с хвостовиком и фиксирующим выступом сменное лезвие, спинка которого выполнена с ориентированным к концевому заострению скосом, и соединенную с лезвием рукоятку с расположенным под углом рабочим торцом, выполненным в виде опорного выступа с продольным внутренним пазом под спинку лезвия и выемкой под фиксирующий выступ. Недостатком известного скальпеля является то, что его рабочий торец, перекрывая значительную часть спинки лезвия, существенно снижает его функциональные возможности за счет ухудшения визуального обзора с нарушением точ-

ности, направленности и глубины реза и тщательности отделения тканей, особенно в глубоких операционных ранах. Кроме того, скальпель неудобен в пользовании, так как неустойчив в руке хирурга при передаче дозированного усилия на лезвие и за счет люфта в узлах соединения лезвия и рукоятки, а производственная подгонка хвостовика лезвия под сложный профиль опорного выступа для устранения последнего недостатка — достаточно сложный процесс.

Известен также скальпель [4], содержащий лезвие, рукоятку и съемный защитный футляр, соединенный с рукояткой с возможностью поворота и имеющий форму желоба с шириной, соответствующей толщине участка рукоятки, охватываемой желобом, причем расстояние от острия лезвия до отверстия, используемого для поворота футляра, превышает расстояние от торца желоба до оси поворота футляра. Недостатком этого решения является недостаточная эффективность процесса фиксации съемного защитного футляра на скальпеле, при которой не исключается контакт лезвия с футляром, чреватый повреждением лезвия, особенно при его выполнении из неупругих (хрупких) материалов.

Общим недостатком указанных инструментов является то, что они не имеют защитных приспособлений, предупреждающих ранение незащищенным лезвием окологлоточных тканей и травматизацию кровеносных сосудов, при их использовании в процессе проведения ретрофаринготомии.

Целью технического решения является создание легкого в обращении, удобного в использовании устройства, обеспечивающего быстрое и атравматичное проведение операции, заключающейся во вскрытии заглоточного абсцесса.

Технический результат поставленной цели достигается посредством того, что устройство представлено корпусом 1, дистальная часть которого имеет упоры 9 и прорезь для лезвия 2, выполненного в виде диска имеющего зубчатую поверхность 4 для подвижного сцепления с зубчатым колесом 3, которое, в свою очередь, приводится в движение благодаря соединению последнего с дистальным концом штока 5, присоединенного к рычагу 6, закрепленному на корпусе 1 устройства посредством штифта 7. Листовая возвратная пружина 8, располо-

жена на рычаге 6 и своим свободным концом упирается в проксимальную часть корпуса 1, имеющую Г-образный изгиб.

На рисунке 1 изображен общий вид полезной модели. На рисунке 2 показана детализация дистальной части корпуса устройства.

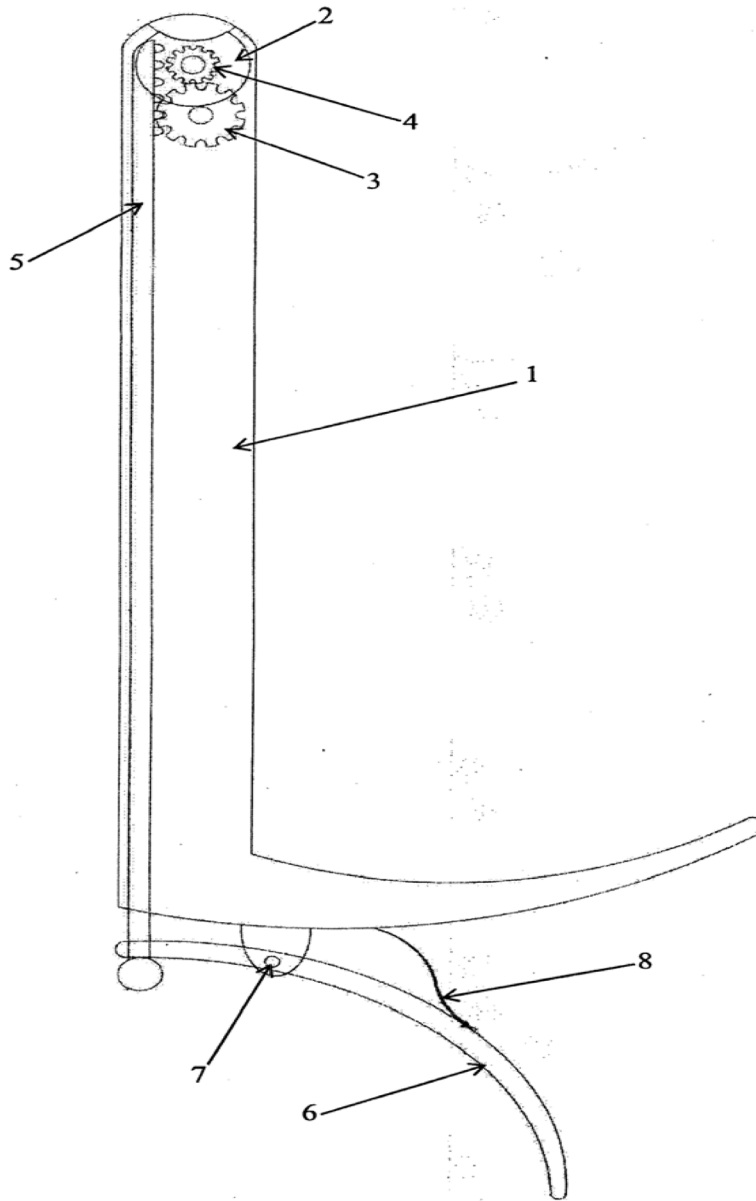


Рис. 1



Рис. 2

Полезная модель используется следующим образом. Во время проведения ретрофаринготомии, во избежание аспирации содержимого абсцесса, гной предварительно удаляют при пункции. Затем, для рассечения задней стенки глотки, оператор подводит через ротовую полость дистальную часть устройства к предполагаемому месту нанесения разреза, и, убедившись в том, что концевые упоры плотно прилегают к рассекаемой ткани, начинает нажимать на рычаг. В этот момент верхняя часть рычага отклоняется назад, увлекая за собой шток, что приводит в движение зубчатое колесо и лезвие за счет их подвижного сцепления. Лезвие, имеющее полулунный вырез, совер-

шает поворот вокруг собственной оси, в результате чего происходит выход его режущей части из прорези дистального конца корпуса устройства и рассечение мягкой ткани, которая вдаётся в углубление, образованное концевыми упорами, чем достигается разъединение передней стенки абсцесса без травматизации глубжележащих слоев, т. к. данная поверхность не имеет соединения с последними и способна свободно контактировать с лезвием.

Положительный эффект заявленного технического решения состоит не только в удобстве в работе, но и быстром по времени и максимально безопасном вскрытии заглочного абсцесса.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 145499

РЕТРОФАРИНГОТОМ

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тюменский государственный университет" (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2014121574

Приоритет полезной модели **27 мая 2014 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **13 августа 2014 г.**

Срок действия патента истекает **27 мая 2024 г.**

Врио руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий




 ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014121574/14, 27.05.2014

 (24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 27.05.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.05.2014

(45) Опубликовано: 20.09.2014 Бюл. № 26

Адрес для переписки:

 625003, г.Тюмень, ул.Семакова, 10, ФГБОУ ВПО
 "Тюменский государственный университет"

(72) Автор(ы):

 Извин Александр Иванович (RU),
 Кузнецова Надежда Ефимовна (RU),
 Комаров Антон Петрович (RU),
 Прокопьев Николай Яковлевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

 федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования "Тюменский
 государственный университет" (RU)

(54) РЕТРОФАРИНГОТОМ

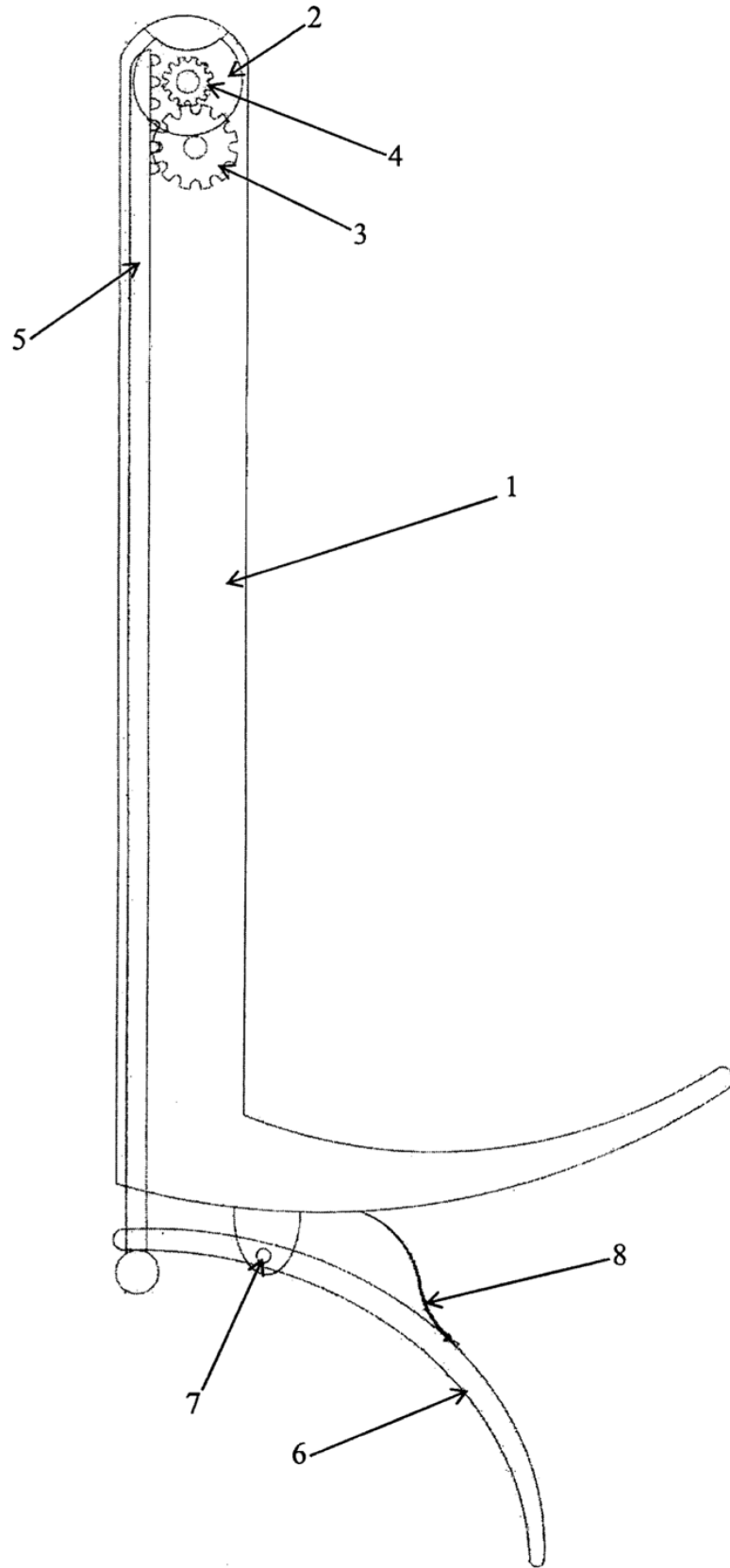
(57) Формула полезной модели

Ретрофаринготом, отличающийся тем, что имеет лезвие, выполненное в виде диска и совершающее поворот вокруг собственной оси посредством подвижного сцепления своей зубчатой части с зубчатым колесом, соединенным, в свою очередь, со штоком, способным отклоняться назад в момент приведения объединенного с ним рычага в сторону дистальной части корпуса устройства.

RU 145499 U1

RU 145499 U1

RU 145499 U1



RU 145499 U1

Литература

1. Извин А.И. Клинические лекции по оториноларингологии. Учебное пособие для студентов медицинских ВУЗов - 2-е изд., перераб. и доп. - Тюмень: ООО «Печатник», 2012. 224 с.
2. Каталог фирмы Pilling «THORACIC AND CARDIOVASCULAR SURTERY INSTRUMENT», США, 1970, с. 45 N 35-2597 и с. 46 N 35-2567
3. Пальчун В.Т., Магомедов М.М., Лучихин Л.А. Оториноларингология: учебник - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 611 с.
4. Патент US 5250064, опубл.1993 г.
5. Семенов Г.М. Современные хирургические инструменты. СПб: Питер, 2006. 352 с. (серия краткое руководство).
6. Тургунов Е.М, Нурбеков А.А. Хирургические инструменты. Учебное наглядное пособие. Караганда, 2008. 48 с.

Техника. Технологии. Инженерия

Международный научный журнал

№ 1 (07) / 2018

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

Ахметов И.Г.

Члены редакционной коллегии:

Авдеюк О.А.
Каленский А.В.
Коварда В.В.
Комогорцев М.Г.
Котляров А.В.
Лескова Е.В.
Мусаева У.А.
Прончев Г.Б.
Семахин А.М.
Сенюшкин Н.С.
Яхина А.С.

Руководитель редакционного отдела:

Кайнова Г.А.

Ответственный редактор:

Осянина Е.И.

Художник: Шишков Е.А.

Верстка: Бурьянов П.Я.

Международный редакционный совет:

Айрян З.Г. (Армения)
Арошидзе П.Л. (Грузия)
Атаев З.В. (Россия)
Ахмеденов К.М. (Казахстан)
Бидова Б.Б. (Россия)
Борисов В.В. (Украина)
Велковска Г.Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А.М. (Россия)
Демидов А.А. (Россия)
Досманбетова З.Р. (Казахстан)
Ешиев А.М. (Кыргызстан)
Жолдошев С.Т. (Кыргызстан)
Игисинов Н.С. (Казахстан)
Кадыров К.Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А.В. (Россия)
Козырева О.А. (Россия)
Колпак Е.П. (Россия)
Кошербаева А.Н. (Казахстан)
Курпаяниди К.И. (Узбекистан)
Куташов В.А. (Россия)
Кыят Э.Л. (Турция)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л.В. (Украина)
Нагервадзе М.А. (Грузия)
Прокопьев Н.Я. (Россия)
Прокофьева М.А. (Казахстан)
Рахматуллин Р.Ю. (Россия)
Ребезов М.Б. (Россия)
Сорока Ю.Г. (Украина)
Узаков Г.Н. (Узбекистан)
Федорова М.С. (Россия)
Хоналиев Н.Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А.К. (Казахстан)
Шуклина З.Н. (Россия)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2500-090X

Тираж 500 экз. Подписано в печать 5.02.2018.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25