

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
**Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.**

Институт урбанистики, архитектуры и строительства

РЕСУРСОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

**Сборник научных трудов
по материалам VIII Международной
научно-практической конференции**

*Под редакцией доктора технических наук, профессора
Ю.Г. Иващенко*

Саратов 2020

УДК 69.(06)

ББК 38

Р 44

Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе: Сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции / под ред. Ю.Г. Иващенко. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2020. 316 с.
ISBN 978-5-7433-3420-9

Сборник научных трудов составлен на основе материалов VIII Международной научно-практической конференции «Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе», которая проводилась на базе Института урбанистики, архитектуры и строительства СГТУ имени Гагарина Ю.А.

В сборнике представлены работы, в которых рассматриваются вопросы энергоэффективности и энергосбережения зданий, строений, сооружений, достижения, проблемы и современное состояние строительного комплекса, жилищно-коммунального и дорожного хозяйства, экологические технологии в строительстве, транспорте и энергетике, особенности геоэкологии урбанизированных территорий. Широко представлены работы по исследованию и созданию различных материалов, на основе новых и традиционных местных материалов, а также работы по математическому моделированию процессов.

Предназначается для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области градостроительства, архитектуры и строительства, а также для инженерно-технических работников строительной, дорожно-строительной, энергетической и других отраслей промышленности.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор *Ю.Г. Иващенко* (отв. редактор)
кандидат технических наук *М.П. Кочергина* (зам. отв. редактора)

кандидат архитектуры, доцент *С.Ф. Дядченко*
кандидат архитектуры, доцент *В.В. Кудрявцев*
доктор технических наук, профессор *Н.Н. Осипова*
доктор технических наук, профессор *В.В. Петров*
доктор биологических наук, профессор *Е.И. Тихомирова*
доктор технических наук, доцент *Н.Е. Кокодеева*

Одобрено

редакционно-издательским советом

Саратовского государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А.

*Ответственность за содержание и достоверность сведений,
представленных в материалах конференции, возлагается на авторов*

© Саратовский государственный
технический университет, 2020

© Авторы статей, 2020

ISBN 978-5-7433-3420-9

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

Institute of Urban planning, Architecture and Civil Engineering

**RESOURCE-AND-ENERGY
EFFICIENT TECHNOLOGY IN
CONSTRUCTION INDUSTRY**

**Proceedings
of the 8th International Scientific Conference**

Editor-in-chief: Professor Yu.G. Ivashchenko

Saratov 2020

УДК 69.(06)

ББК 38

P 44

Resource-and-Energy Efficient Technology in Construction Industry:
Proceedings of the 8th International Scientific Conference. Saratov:
SSTU Publishers, 2020. 316 p.
ISBN 978-5-7433-3420-9

A compilation of articles is based on the materials presented at the 8-th International Scientific Conference on resource-and-energy efficient technology in the construction industry, which was hosted by the Institute of Urban Planning, Architecture and Civil Engineering, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov. Individual papers are devoted to the achievements, problems and contemporary condition of civil engineering, housing, utility services, and road construction, along with environmentally-friendly technology in construction, transportation and power supply, as well as specificities of urban areas' geocology.

The compilation is intended for scientists, teachers, post-graduate and undergraduate students specializing in urban planning, architecture and civil engineering, as well as for engineering and technical professionals in building and road construction, power engineering and other industries.

Approved
by the Editorial Board of Yuri Gagarin State Technical
University of Saratov

ISBN 978-5-7433-3420-9

© Yuri Gagarin State Technical
University of Saratov, 2020
© Authors of the articles, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция 1. Научно-исследовательские и проектные разработки в области архитектуры, градостроительства, дизайна, историко-архитектурного наследия	9
<i>Ким А.Ю., Фадеева А.З., Хапилин В.Е.</i> Мариинский институт благородных девиц в Саратове	9
<i>Сухинина Е.А., Степанова А.С.</i> Строительство «зеленых» школ – экологическое образование с детства.....	14
<i>Тарасова Л.Г., Парфенова А.К.</i> Комфортная среда как важный ресурс развития городского сообщества (на примере прибрежных территорий).....	19
Секция 2. Ресурсо- и энергоэффективные строительные материалы и технологии их производства	26
<i>Акопян Т.В., Козлов Н.А.</i> Применение проницаемых бетонных покрытий в современном урбанистическом пространстве.....	26
<i>Галаутдинов А.Р.</i> Механохимически активированное композиционное гипсовое вяжущее	29
<i>Евстигнеева Ю.В.</i> Разработка огнестойкой перегородки	34
<i>Иващенко Ю.Г., Мамешов Р.Т., Кочергина М.П.</i> Оценка роли активных минеральных наполнителей в формировании структуры композиционных строительных материалов	39
<i>Иващенко Ю.Г., Мамешов Р.Т., Павлова И.Л.</i> Системно-структурный подход в управлении качеством материалов полиструктурного строения	43
<i>Ильина О.Н.</i> Ресурсоэффективные дорожно-строительные материалы и технологии с применением нефтяного шлама	46
<i>Кузнецов М.А., Козлов Н.А.</i> Проницаемые асфальтобетонные покрытия для дорожного покрытия.....	51
<i>Липунов И.Н., Первова И.Г.</i> Древесно-минеральные композиты из техногенного сырья для производства строительных материалов.....	55
<i>Никулина Н.С., Дмитренко А.И., Никулин С.С., Санникова Н.Ю.</i> Модификация строительных древесных материалов винилнафталином	60
<i>Палёха К.О., Староверов В.Д.</i> Выбор стеновых строительных материалов для малоэтажного строительства	65
<i>Пиксина А.П.</i> Защитно-декоративное полимерное покрытие, нанесенное в электростатическом поле	71
<i>Пименов С.И.</i> Твердение бетонов на гидромеханохимически активированном вяжущем при тепловой обработке.....	79
<i>Поляков А.В.</i> Перспективные добавки полифункционального действия в составах на основе гипсовых вяжущих.....	84

<i>Потрясова Е.В., Фомина Н.Н.</i> Перспективы утилизации отходов содового производства в строительстве	87
<i>Сотсков И.С., Тимохин Д.К.</i> Производство бетонной тротуарной плитки с флуоресцентным эффектом	92
<i>Стенина Н.Г.</i> Природа гидратации в системе С–S–Н и технологии строительного материаловедения	96
<i>Тхет Наинг Мьинт, Аунг Чжо Ньейн, Хтет Паинг Аунг, Кривобородов Ю.Р.</i> Влияние добавки высокодисперсного шлака на свойства портландцемента	102
<i>Тхет Наинг Мьинт, Мин Хеин Хтет, Хан Тао Ко, Кривобородов Ю.Р.</i> Коррозионная стойкость цементного камня на основе портландцемента	105
<i>Хренов Г.М., Рерих А.В.</i> Разработка состава фибробетонной смеси повышенной пластичности.....	108
<i>Шошин Е.А.</i> Свойства силикатного микронаполнителя на основе синтетических гидросиликатов кальция.....	118
Секция 3. Технология и организация строительства	124
<i>Косенко Д.А., Павлова И.Л., Кочергина М.П.</i> Проблемы укладки бетонной смеси в массивные конструкции	124
<i>Мухаметрахимов Р.Х., Алиуллова И.Р.</i> Контроль качества устройства деформационных швов мостов с резиновым компенсатором	128
<i>Снарский С.В., Грибанова Н.Ф.</i> Применение операционного моделирования к задаче организации строительных процессов	133
Секция 4. Развитие инженерных методов расчета и проектирования строительных конструкций	143
<i>Амоян М.Ф., Ким А.Ю., Хапилин В.Е.</i> Расчет большепролетного быстровозводимого сооружения с учетом нелинейных факторов	143
<i>Иноземцев В.К., Муртазина Г.Р.</i> Оценка устойчивости от опрокидывания высотного здания на основании с карстовыми процессами	148
<i>Кривулина Э.Ф., Шляхов С.М.</i> Задача оценки влияния серного упрочнения на несущую способность бетонной трубы под тепловым воздействием	154
<i>Кузнецов И.М.</i> Некоторые особенности учета действия ветровой нагрузки на стенки металлического силоса.....	161
<i>Редков В.И., Чурочкин Н.С.</i> Геотехнические условия работы подземных сооружений на склонах с оползновыми процессами	170
<i>Сурнин Д.А., Шагивалеев К.Ф.</i> Расчет тонкостенной балки	177
<i>Шагивалеев К.Ф., Сурнина Е.К.</i> Анизотропная цилиндрическая оболочка при действии осесимметричной нагрузки.....	182
<i>Шагивалеев К.Ф., Сурнина Е. К., Сурнин Д.А.</i> Полукруглая арка при действии ветровой нагрузки.....	188

Секция 5. Моделирование и оптимизация энергосберегающих систем газотеплоснабжения, строительной климатотехники, водоснабжения и водоотведения	190
<i>Веретенникова М.С., Кузнецов С.С.</i> Сравнительные характеристики моделей инфракрасных электрообогревателей	190
<i>Калякин А. М., Калякина Н.А., Сауткина Т.Н.</i> Метод упаривания как простой способ детектирования омагниченности воды	194
<i>Осипова Н.Н., Орлова Ю.А.</i> Обоснование минимального уровня заполнения резервуара бутаном для обеспечения необходимого газопотребления.....	198
<i>Первалов С.Д.</i> Сравнительный анализ использования сжиженных газов в современных условиях.....	204
<i>Рулев А.В., Усачева Е.Ю.</i> Тепловой расчет испарителей и конденсаторов тепловых насосов на зеотропных смесях	208
Секция 6. Развитие инновационных технологий строительства и эксплуатации транспортных сооружений с целью обеспечения их экономичности, надежности и безопасности	213
<i>Добшиц Л.М., Николаева А.А.</i> Сорбционные процессы в бетонных конструкциях и сооружениях	213
<i>Елманов К.А., Катков Д.С.</i> Обеспечение надежности ресурсолимитирующих пар трения в нефтегазовом деле	216
<i>Исмагулова С.М., Курмашев Б., Убаев Б.И.</i> О проблеме обеспечения устойчивости положения магистральных трубопроводов на слабонесущих грунтах	221
Секция 7. Экологические технологии в строительстве, транспорте, энергетике и водном хозяйстве	230
<i>Абросимова О.В., Рычева А.В.</i> Оценка экологического состояния почвенного покрова на территории г. Саратова.....	230
<i>Антонова О.М., Тихомирова Е.И.</i> Новые подходы прогноза токсиколого-гигиенических характеристик и экспресс-оценки опасности соединений, образующихся в процессе деятельности современных ПТК по обработке, утилизации и обезвреживанию опасных отходов применительно к человеку	236
<i>Атаманова О.В., Брехов Е.Ю.</i> Совершенствование технологии очистки сточных вод предприятия ООО «ХОЛСИМ (РУС)»	240
<i>Атаманова О.В., Шевченко И.А.</i> Изучение состава сточных вод города Лугаи Ленинградской области.....	245
<i>Атаманова О.В., Романевич А.С.</i> Изучение кинетики (со)полимеризации акриламида, акриловой кислоты и акрилата хитозана при получении флокулянтов для очистки сточных вод	250
<i>Ахмадиев Г.М.</i> Зеленая архитектура для городских экосистем	254

<i>Ахмадиев Г.М.</i> Экологические аспекты оценки и прогнозирования опасности радона для участков застройки	257
<i>Ахмадиев Г.М.</i> Экотехнологические аспекты строительства зданий и сооружений в животноводческих комплексах	260
<i>Безруков М.Е.</i> Оптимизация расходов по обращению с отходами	264
<i>Веденеева Н.В.</i> Технология сорбционной очистки водных сред от загрязнений с использованием гранулированного бентонита	268
<i>Журавлева А.Н., Чиркова Ю.Л.</i> Эколого-экономическое обоснование применения попутного нефтяного газа	272
<i>Маргарян Л.А., Айрапетян С.С., Банян Л.С., Мартирян А.И.</i> Оценка эффективности использования осаждения струвита для извлечения азота из сточных вод	277
<i>Плотникова О.А., Бессонова В.С.</i> Обеспечение экологической безопасности газоперерабатывающего предприятия	280
<i>Плотникова О.А., Тихомирова Е.И.</i> Полициклические ароматические углеводороды: люминесцентный метод определения в воде	285
<i>Симонова З.А., Житлова Е.А., Наумова В.В.</i> Твердые коммунальные отходы как источник энергии.....	289
<i>Симонян Г.С., Сагратян А.А., Симонян А.Г., Маргарян Л.А.</i> Энтропийно-информационная оценка экологического состояния подземных вод	293
<i>Татаринцева Е.А., Комиссаренко М.В.</i> Исследование возможности использования гальванического шлама в бетонных смесях	296
<i>Фомина А.А., Абашина А.А.</i> Проектная разработка благоустройства центральной части города Саратова (на примере жилого массива Кировского района)	300
<i>Шашуловская Е.А., Мосияш С.А.</i> К вопросу обоснования методических подходов для разработки региональных ПДК.....	304
<i>Шестаков Н.И., Алексеева Д.С., Полосина Д.В.</i> Эффективные фотокаталитические бетоны для акустических экранов автомобильных дорог	309

с чем разработанные сорбенты можно рекомендовать к использованию как самостоятельный фильтрующий материал для обезжелезивания и очистки высокоомутных и цветных вод, так и в качестве составной части адсорбционно-мембранных систем водоподготовки.

Таблица 3

Значения максимальной сорбционной емкости бентонитовых гранул

Сорбируемый элемент	Образец	A_{∞} , мг/г
Свинец	Гранулы с глицерином	1,51
	Гранулы без глицерина	1,55
Железо	Гранулы с глицерином	2,20
	Гранулы без глицерина	2,25
Никель	Гранулы с глицерином	1,98
	Гранулы без глицерина	1,87

Список литературы

1. Годовиков А.А. Минералогия. Москва: Недра, 83. 460 с.
2. Орлов А.А., Спирин В.Ф. Гигиенические вопросы сельского водоснабжения в современных условиях. Итоги и перспективы научных исследований по проблеме экологии человека и гигиены окружающей среды. В материалах Всероссийской научной конференции: Москва, 2006. С. 375-379.
3. Рафф П.А., Селюков А.В., Байкова И.С. Технология контактного осветления воды в условиях Волжского водозабора г. Казани // Водоснабжение и санитарная техника. 2011. № 6. С. 25-29.
4. Borden D., Giese R.F. (2001). Baseline studies of the clay minerals society source clays: cation exchange capacity measurements by the ammonia-electrode method. Clays Clay Miner. V. 49. P. 444-445.
5. Lin S.H. and Juang R.S. Heavy metal removal from water by sorption using surfactant-modified.

УДК 502:338.45(470.51)(045)

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

Журавлева Анастасия Николаевна, Чиркова Юлия Леонидовна

Удмуртский государственный университет, Россия

e-mail: JuChircova@mail.ru, zhuravleva_anastasija@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена целесообразность использования попутного нефтяного газа в качестве вторичного ресурса, срок окупаемости установок предварительного сброса воды для утилизации попутного нефтяного при замене 100 % сжигания 100 % утилизацией на примере малой нефтяной компании, расположенной в Удмуртской Республике.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, факельное сжигание попутного нефтяного газа, утилизация попутного нефтяного газа, установка предварительного сброса воды, вторичный ресурс, плата за негативное воздействие на окружающую среду

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC JUSTIFICATION ASSOCIATED PETROLEUM GAS APPLICATIONS

Zhuravleva Anastasia Nikolaevna, Chirkova Yulia Leonidovna

Udmurt State University, Russia

e-mail: JuChircova@mail.ru, zhuravleva_anastasija@mail.ru

***Abstract.** The expediency of using associated petroleum gas as a secondary resource, the payback period of pre-discharge installations for utilization of associated petroleum gas when replacing 100 % combustion with 100 % utilization is considered on the example of a small oil company located in the Udmurt Republic.*

***Keywords:** associated petroleum gas, flaring of associated petroleum gas, associated petroleum gas utilization incineration, installation of preliminary water discharge, secondary resource, payment for negative impact on the environment*

Нефтяная промышленность – отрасль экономики, составляющая важную часть энергетики Российской Федерации, которая включает добычу, переработку, транспортировку, складирование и продажу полезного природного ископаемого – нефти и сопутствующих нефтепродуктов. Актуальной проблемой данной отрасли является использование сопутствующих продуктов с целью снижения себестоимости нефтедобычи. Одним из основных сопутствующих нефтяных продуктов является попутный нефтяной газ.

Попутный нефтяной газ (ПНГ) – это природный углеводородный газ, растворенный в нефти или находящийся в «шапках» нефтяных и газоконденсатных месторождений. В отличие от природного газа попутный нефтяной газ содержит в своем составе, кроме метана и этана, большую долю пропанов, бутанов и паров более тяжелых углеводородов. Во многих попутных газах в зависимости от месторождения содержатся также неуглеводородные компоненты: сероводород и меркаптаны, углекислый газ, азот, гелий и аргон.

ПНГ является важным сырьем для энергетики и химической промышленности, поскольку имеет высокую теплотворную способность, которая колеблется в пределах от 9 тысяч до 15 тысяч Ккал/м³, но его использование в энергогенерации затрудняется нестабильностью состава и наличием большого количества примесей, что требует дополнительных затрат на очистку («осушку») газа. В химической промышленности содержащиеся в ПНГ метан и этан используются для производства пластических масс и каучука, а более тяжелые элементы служат сырьем при производстве ароматических углеводородов, высокооктановых топливных присадок и сжиженных углеводородных газов, в частности сжиженного пропан-бутана технического [1].

Однако попутный нефтяной газ в России традиционно рассматривался не как ценный ресурс, а как побочный продукт нефтедобычи, наиболее простой способ использования которого – факельное сжигание на нефте-

промыслах (рис. 1). Но развитие газонефтехимической переработки ПНГ может способствовать повышению экономической и экологической эффективности нефтяного сектора, развитию отрасли газонефтехимии.

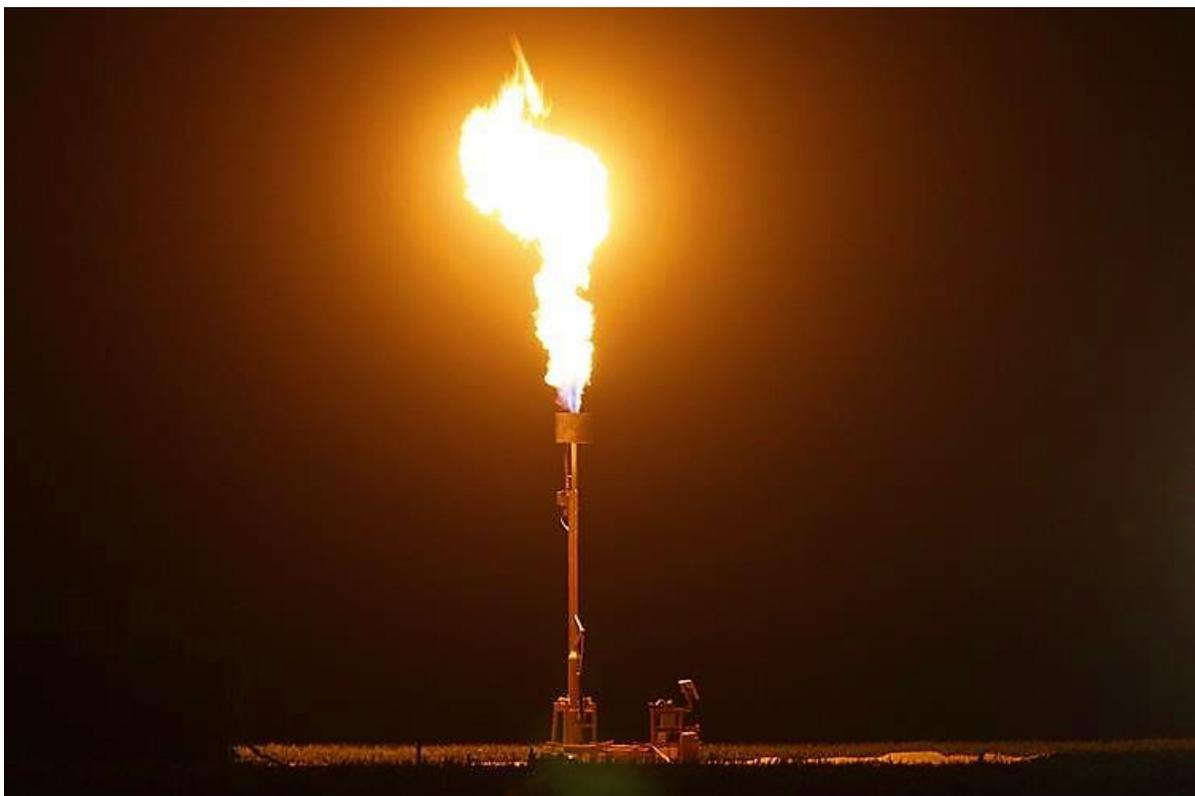


Рис. 1. Факельное сжигание ПНГ

ПНГ может быть утилизирован несколькими способами в зависимости от состава сырья. Условно можно разделить методы, которыми осуществляется утилизация попутного нефтяного газа, на два вида:

- 1) энергетический – различные виды топлива;
- 2) нефтехимический – промышленное сырье.

Однако утилизация ПНГ стоит дорого, поэтому малым нефтяным компаниям порой не под силу приобрести оборудование для утилизации.

Также стоит отметить, что в нашей стране отсутствует сеть специальных трубопроводов, куда частные компании могли бы сдавать ПНГ практически без подготовки (по аналогии с нефтью), как, например, это сделано в ряде штатов США, Канаде. Далее сырье бы направлялось на газоперерабатывающие и химические предприятия [2].

На малых месторождениях наиболее выгодной является выработка электроэнергии, которую можно направить на собственные нужды добывающей организации либо на нужды расположенных вблизи потребителей.

Если речь идет о средних размерах месторождения, экономически целесообразно будет организовать извлечение из ПНГ сжиженного газового вещества на специализированном газоперерабатывающем заводе с по-

следующей его продажей в виде сжиженного газа или прочей нефтехимической продукции.

При наличии крупного месторождения одним из наиболее перспективных методов переработки ПНГ признано использование его для генерирования электроэнергии на электростанции. Впоследствии данный ресурс может продаваться оптовыми партиями в энергосистему [3].

Использование попутного нефтяного газа в качестве энергоресурса невозможно без его предварительной подготовки с использованием установки предварительного сброса воды (УПСВ). Авторами на примере малой нефтяной компании, расположенной на территории Удмуртской Республики, было рассмотрено использование попутного нефтяного газа для обогрева близлежащего населенного пункта с помощью УПСВ.

УПСВ – установка для отделения от нефти пластовой воды и попутного газа, а также подогрева нефти и приращение удельной энергии потока добываемой нефти (дожим) до следующей системы подготовки нефти [4].

Сводные расчеты по размерам платы при сжигании и утилизации ПНГ рассматриваемой малой нефтяной компании представлены в таблице, при условии наличия средств измерений и (или) технических систем и устройств с измерительными функциями, соответствующих требованиям, устанавливаемым Министерством энергетики Российской Федерации, измеряющих объем фактически добытого и сожженного на факельных установках и (или) рассеянного попутного нефтяного газа; годовой объем добытого пользователем недр попутного нефтяного газа не превышает 5 млн. м³ или объемное содержание неуглеводородных компонентов в попутном нефтяном газе, добытом на участке недр, превышает 50 %.

Данные о плате за негативное воздействие
на окружающую среду при сжигании ПНГ (1095000 т/год)

Показатели	100 % сжигание до 2020 г.	100 % сжигание с 2020 г.	5 % сжигание	100 % утилизация
Повышающий коэффициент	25	100	–	–
Сумма платы, тыс. руб./год	76 869 000	118 260 000	54,750+172*	181*

* с учетом платы за негативное воздействие на окружающую среду

На основании Приказа Министерства строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Удмуртской Республики № 12/11 от 16.06.2020 «О ценах на природный газ, реализуемый населению Удмуртской Республики» [5] стоимость газа составляет 5,48 руб./м³. Таким образом, при покупке природного газа из газораспределительной сети в количестве 112 072 м³ (1095000 т) для отопления близлежащего населенного пункта за-

траты составят 614154,56 руб. Но предприятию-потребителю дополнительно необходимо будет внести плату за негативное воздействие на окружающую среду в размере 181 058,64 руб. Итого примерные расходы, связанные с обогревом зданий и сооружений газом, получаемым из газораспределительной сети, составят 795 213,20 руб. (данный объем осушенного ПНГ в отопительный сезон позволит обогреть 20 жилых домов площадью 150 м³).

Таким образом, ПНГ можно использовать как вторичный ресурс, что позволит снизить себестоимость добычи нефти.

Рассмотрим период окупаемости УПСВ. Согласно лоту, размещенному на федеральной электронной площадке «ТЭК-Торг» (извещение о процедуре № ЗП001024), начальная цена поставки оборудования для УПСВ составляет 755 000 000,00 руб. [6]. Примем, что общая стоимость оборудования УПСВ, разработка проектной документации, проведение экспертизы проектной документации, ввод в эксплуатацию составят 800 000 000, руб.

Окупаемость установки, если заменить 100 % сжигание ПНГ в 2020 г. 100 % утилизацией, на основании данных таблицы составит:

$$800\,000\,000 : (118260\,000 - 795\,213,20) = 800\,000\,000 : 117\,464\,786,80 = 6,81 \approx 7 \text{ лет.}$$

Стоимость проектирования УПСВ достаточно велика, и поддержка ее в работоспособном состоянии тоже стоит больших затрат. Но наличие данных установок позволяет создавать замкнутые производственные циклы, снижать количество выбросов в атмосферу, снижать потребление пресной воды. Использование ПНГ для собственных нужд или для нужд близлежащих населенных пунктов позволит повысить эффективность процесса добычи нефти и уменьшить негативные последствия в районах нефтедобычи. По мнению авторов, для того, чтобы увеличить использование ПНГ в нашей стране необходимо: строительство специальных трубопроводов для транспортирования ПНГ до ближайшего газоперерабатывающего завода; налоговые льготы, привлечение инвесторов. Можно воспользоваться опытом других стран, таких как: США, Канада, Китай, Норвегия, Саудовская Аравия, Индонезия, Казахстан, Азербайджан, Ангола, в которых утилизация ПНГ – обычный технологический процесс.

Список литературы

1. Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!» / П.А. Кирюшин, А.Ю. Книжников, К.В. Кочи, Т.А. Пузанова, С.А. Уваров, М., 2013. 90 с.
2. (ПАО «Газпром нефть» [сайт] URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018-june/1715822/>).
3. (АО «Грасис» [сайт] URL: <https://www.grasys.ru/utilizacija-poputnogo-nefjanogo-gaza-png/>).

4. (Википедия – свободная энциклопедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Установка_предварительного_сброса_воды).

5. Приказ Министерства строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Удмуртской Республики № 12/11 от 16.06.2020 «О ценах на природный газ, реализуемый населению Удмуртской Республики».

6. Федеральная электронная площадка «ТЭК-ТОРГ» URL: <https://www.tek-torg.ru/223-fz/procedures/311401>).

УДК 628.39/628.316.12

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАЖДЕНИЯ СТРУВИТА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ АЗОТА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД

**Маргарян Лиана Арменовна, Айрапетян Сергей Суменович,
Банян Лилит Саркисовна, Мартирян Армен Игнатьевич**
Ереванский государственный университет, Армения, г. Ереван
e-mail: l.margaryan@ysu.am, haysers@ysu.am,
lilitbanyan35@gmail.com, armart@ysu.am

***Аннотация.** Оценена эффективность применения метода осаждения струвита при очистке сточных вод городов Гавар, Мартуни и Варденис бассейна о. Севан для снижения концентраций аммонийного азота. Результаты оценки показывают, что можно достичь 95 % снижения содержания аммонийного азота, если все дома городов, даже ближайших поселков, будут подключены к общей канализационной системе. Расчетные данные показывают, что в таком случае в сточных водах будет достаточно высокое содержание аммонийного азота для его восстановления и осаждения в виде струвита.*

***Ключевые слова:** качество воды, струвит, сточные воды, аммонийный азот, очистка сточных вод*

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF USING STRUVITE SEDIMENTATION FOR REMOVING NITROGEN FROM WASTEWATER

**Margaryan Liana Armenovna, Hayrapetyan Sergey Surenovich,
Banyan Lilit Sarkisovna, Martiryanyan Armen Ignatievich**
Yerevan State University, Armenia, Yerevan
e-mail: l.margaryan@ysu.am, scirec@mail.ru,
lilitbanyan35@gmail.com, armart@ysu.am

***Abstract.** In this work, the effectiveness of using a struvite sedimentation method was assessed for removing ammonium nitrogen from wastewater of the cities of Gavar, Martuni and Vardenis in the Sevan basin. The assessment results showed that it is possible to achieve up to 95 % reduction in the concentration of ammonium nitrogen in the case, when all households in cities, even the nearest villages, will be connected to a common sewage system. Based on data of calculation, in this case, the wastewater will contain a sufficiently high content of ammonium nitrogen for its reduction and sedimentation as struvite.*

***Keywords:** water quality, struvite, wastewater, ammonium nitrogen, wastewater treatment*