

лям. Но нужно учитывать, что большое число параметров позволяет описать сложные гидрогеологические условия, но это требует больших усилий, как в расчетах, так и в получении необходимых исходных данных, которые должны иметь определенный уровень точности, чтобы уменьшить количество ошибок. Напротив, методы, использующие небольшое количество параметров легко применимы, но, в то же время, их трудно адаптировать к различным геологическим условиям. Однако многообразие методов оценки степени уязвимости подземных вод к загрязнению дает возможность выбирать какой именно метод применять в зависимости от целей и задач, которые стоят перед вами.

#### Список литературы

1. Aller L. DRASTIC: A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings / L. Aller, T. Bennet, J. Lehr. – USA, 1985.
2. Vrba J. Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability / J. Vrba, A. Zaporozec. – Hannover : H. Heise Publ., 1994. – 131 p.

#### References

1. Aller L., Bennet T., Lehr J. *DRASTIC: A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings*, USA, 1985.
2. Vrba J., Zaporozec A. *Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability*, Hannover, H. Heise Publ., 1994. 131 p.

## ПРИМЕНЕНИЕ СЕПАРАТОРА ДЛЯ ПОДВОДНОЙ ПОДГОТОВКИ УГЛЕВОДОРОДОВ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Кожухарь Евгений Дмитриевич*

студент

Астраханский государственный технический университет  
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Южная, 25  
E-mail: ezhikk2811@mail.ru

*Лямина Наталья Федоровна*

доцент

Астраханский государственный технический университет  
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Чехова, 82  
E-mail: nataliagty@mail.ru

Представленная статья посвящена технологии сепарации газа и газового конденсата, которая применяется на газоконденсатных месторождениях. Развитие этой технологии основано на достижениях аэродинамики, связанных с аэрокосмической техникой. В данной статье говорится о сепараторе сверхзвукового типа. Описываемая модель сверхзвукового сепаратора отличается от ранее разработанных тем, что в одном компактном устройстве происходит адиабатическое охлаждения и циклонная сепарация. Принцип работы данного сепаратора основан на охлаждении природного газа в сверхзвуковом закрученном потоке, создающийся с помощью конфузорного диффузорного сопла Лаваля. Уникальность сверхзвукового сепаратора заключается в том, что его можно использовать для подготовки попутного и природного газа на месторождениях суши, на газодобывающих морских платформах, для подводной сепарации газа.

**Ключевые слова:** сопло Лавалья, закручивающее устройство, устройство отбора газожидкостной смеси, сверхзвуковая скорость, центробежные силы, адиабатическое охлаждение

**APPLICATION OF AN UNDERWATER SEPARATOR  
FOR UNDERWATER PREPARATION OF HYDROCARBONS  
OF GAS-CONDENSATE FIELDS**

*Kozhukhar Yevgeniy D.*

Student

Astrakhan State Technical University

25 Yuzhnaya st, Astrakhan, 414025, Russian Federation

E-mail: ezhikk2811@mail.ru

*Lyamina Natalya F.*

Associate Professor

Astrakhan State Technical University

82 Chehova st, Astrakhan, 414025, Russian Federation

E-mail: nataliagty@mail.ru

Presented article is devoted to technology of separation of gas and gas condensate which is applied on gas-condensate fields. Development of this technology is based on the achievements of aerodynamics connected with space equipment. In this article to be spoken about a separator of supersonic type. The described model of a supersonic separator differs from earlier developed by that in one compact device occurs adiabatic coolings and cyclonic separation. The principle of work of this separator is based on cooling of natural gas in the supersonic twirled stream, being created by means of Laval's konfuzorny diffuser nozzle. Uniqueness of a supersonic separator is that it can be used for preparation of associated and natural gas on land fields, on gas sea platforms, for underwater separation of gas.

**Keywords:** Laval's nozzle, twisting device, the device of selection of gas-liquid mix, supersonic speed, centrifugal forces, adiabatic cooling

Подводные технологии, включающие в себя сепарацию может эффективно осуществляться под водной, на морском дне. При этом снижаются расходы, и увеличивается срок службы трубопроводов. В России впервые используется подводный комплекс добычи на Киринском газоконденсатном месторождении. Добываемый природный газ содержит такие примеси, как песок, углекислый газ и воду. Эти компоненты способны в условиях транспортировки конденсироваться с образованием гидратов в трубопроводах. В связи с этим **актуальной задачей** является применение сепараторов для подводной эксплуатации газоконденсатного месторождения.

**Цель работы:** новейшая технология сепарации продукции на шельфовых месторождениях, рассмотрение применения подводного сепаратора на Киринском ГКМ, и построение модели.

**Задачей работы** является обоснование применения сверхзвукового сепаратора на Киринском КГМ.

В качестве авторской идеи, хотелось бы высказать предположение о возможности применения подводного сверхзвукового сепаратора для Киринского ГКМ. **Сверхзвуковой сепаратор** совмещает в одном компактном устройстве адиабатическое охлаждение и циклонную сепарацию. Адиабатическое охлаж-

дение достигается в сопле. На рисунке 1 представлена технология сепарации. Входной поток закручивается неподвижными лопатками в камере 1 и подается в сопло 2, где разгоняется до сверхзвуковой скорости. Далее в рабочей камере 3 происходит сильное охлаждение газа. Выделившаяся при охлаждении жидкость центробежными силами с ускорением достигающим  $10^6 \text{ м/с}^2$  отбрасывается к стенкам выходного раструба 4, а газ выходит через диффузор 5.

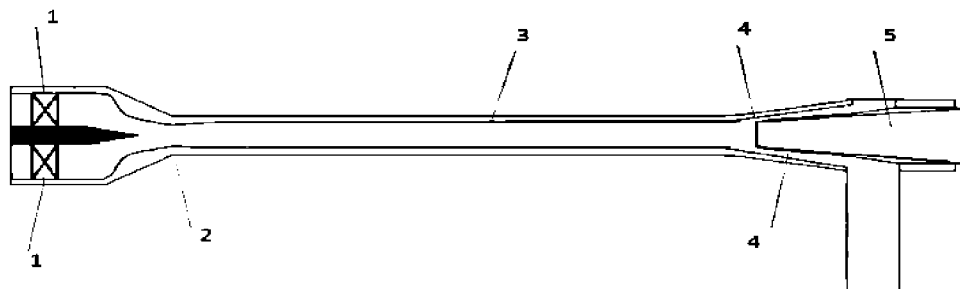
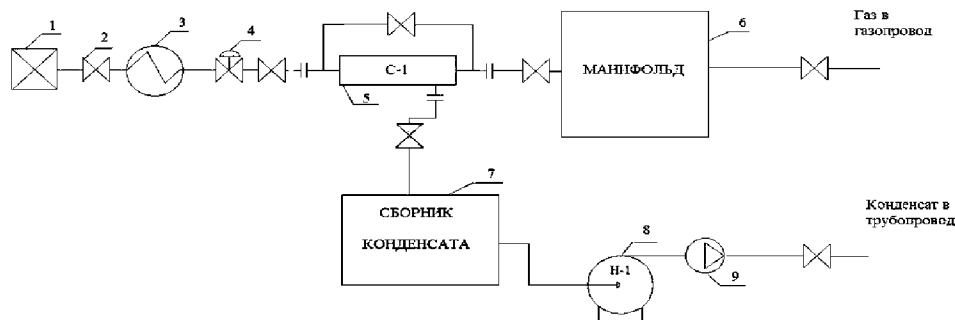


Рис. 1. Принципиальная схема сверхзвукового сепаратора:  
 1 – Закручивающее устройство; 2 – до/сверхзвуковое сопло; 3 – рабочая часть;  
 4 – устройство отбора газожидкостной смеси; 5 – диффузор

**Данный сепаратор обладает рядом преимуществ:**

1. Основным достоинством сепаратора является одновременно проводить осушку, отделение конденсата и извлечение газоконденсатных жидкостей;
2. Малые габариты;
3. Работа без применения химических реагентов;
4. Отсутствие движущих частей, как следствие надежность.

Принципиальная схема подводной установки подготовки газа с технологией сверхзвуковой сепарации приведена на фрагменте 1.



Фрагмент 1. Принципиальная схема подводной установки подготовки газа к транспорту: 1 – устье скважины; 2 – клапан; 3 – теплообменник; 4 – дроссель; 5 – сепаратор; 6 – манифольд; 7 – конденсатосборник; 8 – насос; 9 – компрессор

Газ из скважины с давлением 14–15 МПа поступает в подводный теплообменник Т-1, где охлаждается водой. Подводный теплообменник представляет собой набор из 200 изогнутых стальных трубок диаметром 50,8 мм (2дюйм) длиной 140 м. Газ в подводном теплообменнике охлаждается до температуры 2,5–3,0 °С. После этого газовый поток дросселируется в Др-1 до давления 6–8 МПа. Затем газ подается в подводный сепаратор С-1, где газовый поток

отделяется от сконденсировавшейся жидкости. После подводных сепараторов газ поступает в манифольд, а жидкость на подводную компрессорную станцию. После чего продукция отправляется на береговой комплекс.

#### Список литературы

1. Полстянов Д. Е. Низкотемпературная сепарация. Пути развития / Д. Е. Полстянов // Вузовская наука – Северо Кавказскому региону : материалы XII региональной научно-технической конференции. Том первый. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки. – Ставрополь : Северо-Кавказский государственный технический университет, 2008. – 298 с.
2. Betting Marco Supersonic separator gains market acceptance / Marco Betting, Hugh Epsom // World Oil. – April 2007. – Pp. 197–200.

#### References

1. Polstyaynov D. Ye. Nizkotemperaturnaya separatsiya. Puti razvitiya [Low temperature separation. Ways of development]. *Vuzovskaya nauka – Severo Kavkazskomu regionu : materialy XII regionalnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii. Tom pervyy. Yestestvennye i tochnye nauki. Tekhnicheskie i prikladnye nauki* [University Science – the North Caucasus Region. Proceedings XII Regional Scientific and Technical Conference. Volume One. Natural and Exact Sciences. Engineering and Applied Sciences], Stavropol, North Caucasus State Technical University Publ. House, 2008. 298 p.
2. Betting Marco, Epsom Hugh Supersonic separator gains market acceptance. *World Oil*, April 2007, pp. 197–200.

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ РЕПЕРНЫМИ ГОРИЗОНТАМИ АСТРАХАНСКОЙ ГРУППЫ ПОДНЯТИЙ

*Коннов Дмитрий Андреевич*

ассистент

Астраханский государственный технический университет  
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16  
E-mail: konnovd@gmail.com

Остались нерешёнными ряд вопросов на территории Астраханской зоны поднятий, одними из которых является время формирования структур и заполнение ловушек углеводородами. Анализ результатов структурных построений, выполненных по данным сейсморазведки показал, что большинство выявленных структур, проявляющихся по кровле верхнемеловых отложений, находит своё отображение и в нижележащих – юрских. В результате выполненных расчётов были оценены статистические коэффициенты, указывающие степень достоверности выявленных взаимосвязей. Таким образом, полученные результаты указывают на послемезозойское (то есть кайнозойское) время заложения структур. Эти результаты согласуются с результатами изучения разломной тектоники, осложняющей строение территории Астраханской группы поднятий. Причиной проявления мелкой складчатости в осадочном чехле могли служить внутриплитные напряжения. Наиболее интенсивными они были в кайнозойское время, обусловленные орогенными процессами на Кавказе.

**Ключевые слова:** Астраханская группа поднятий, корреляция, регрессия, ороген, мезозой, линеамент, отражающий горизонт, структура, отложения