

Технология обратной закачки шлама является одной из многочисленных применяемых и разрабатываемых технологий, обещающими дальнейший прогресс в снижении воздействия на окружающую среду при одновременном совершенствовании технологий добычи.

Список литературы

1. Анализ вариантов удаления отходов на морских объектах нефтегазодобычи и установках для разведочного бурения, проект Сахалин-2, компания «Сахалинская Энергия». – 1998. – Март.
2. Моделирование технологии закачивания, предупреждение непредвиденных ситуаций // Оффшор. – 1998. – Апрель.
3. Новые технологии в утилизации отходов производства в нефтегазодобывающих отраслях промышленности. Промывка и дробление отходов на буровых установках «Бритиш Петролеум» (буклет на англ. яз.).
4. Природоохранная деятельность на северном склоне Аляски. Компания «Бритиш Петролеум».
5. Проблемы утилизации буровых отходов // Нефтегазовое обозрение. – 2006/2007 (зима).

References

1. Analiz variantov udalenija othodov na morskikh obektah neftegazodobychi i ustanovkah dlja razvedochnogo burenija, proekt Sahalin-2, kompanija "Sahalinskaja Jenergija". – 1998. – Mart.
2. Modelirovanie tehnologii zakachivaniya, preduprezhdenie nepredvidennyh situacij // Offshor. – 1998. – Aprel'.
3. Noveye tehnologii v utilizacii othodov proizvodstva v neftegazodobyvajuwih otrasljah promyshlennosti. Promyvka i droblenie othodov na burovyh ustanovkah "British Petroleum" (buklet na angl. jaz.).
4. Prirodoohrannaja dejatel'nost' na severnom sklone Aljaski. Kompanija "British Petroleum".
5. Problemy utilizacii burovyh othodov // Neftegazovoe obozrenie. – 2006/2007 (zima).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ПО СОСТАВУ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Саушин Александр Захарович, профессор, Институт нефти и газа, Астраханский государственный технический университет, 414025, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: post@astu.org

Сложные по составу газоконденсатные месторождения (Оренбургское, Карачаганаское, Тенгизское и Астраханское) являются месторождениями углеводородов, в составе которых, помимо метана и более тяжелых углеводородов, присутствуют сероводород, углекислый газ, азот, меркаптаны, гелий и целый ряд других. Эти месторождения эксплуатируются в режиме истощения пластовой энергии, т.е. без поддержания Рпл. Способ разработки газоконденсатных месторождений с закачкой в пласт всего объема добываемого на месторождении газа после извлечения из него C₅₊ называется сайклинг-процессом.

Ключевые слова: газоконденсатные месторождения, углеводороды, режим истощения пластовой энергии, сайклинг-процесс.

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT COMPLEX ON COMPOSITION GAS FIELDS

Saushin Alexander Z., Professor, Institute to oils and gas, Astrakhan State Technical University, 16 Tatischeva st., Astrakhan, 414025, Russia, e-mail: post@astu.org

Complex on composition gas fields (Orenburgsky, Karachaganasky, Tengizsky and Astrakhan) are fields hydrocarbon, in composition which aside from methane and more heavy hydrocarbon is present the hydrogen sulfide, carbon dioxide, nitrogen, mercaptans, helium and variety of others. These fields is used in mode of the exhaustion formation energy i.e. without maintenance Ppl. The Way of the development gas fields with закачкой in layer whole volume gained on field gas, after extraction from he is identified cycling process.

Key words: *gas fields, hydrocarbons, mode of the exhaustion formation energy, cycling process.*

Месторождения углеводородов условно можно разделить на 4 типа: газовые месторождения, газоконденсатные месторождения, нефтяные месторождения, угольные месторождения.

Месторождения углеводородов, в составе пластовой смеси которых присутствуют неуглеводородные компоненты, такие как H₂S, CO₂, He... и другие, определяются как месторождения со сложным составом.

Ниже речь пойдет о сложных по составу газоконденсатных месторождениях.

Характерным примером таких месторождений являются месторождения углеводородов Прикаспийской впадины, которые, как правило, имеют сложный состав пластового флюида, помимо метана и более тяжелых углеводородов, в них присутствует сероводород, углекислый газ, азот, меркаптаны, гелий, а также целый ряд других.

Четыре месторождения определяют стратегию освоения газовых ресурсов Прикаспийской впадины: Оренбургское, Карачаганакское, Тенгизское и Астраханское. Каждое из них имеет свои особенности, требующие учета при их освоении и эксплуатации. Эти месторождения имеют и сходные признаки – большой этаж газоносности, карбонатный коллектор, наличие H₂S, CO₂, конденсата, обязательное наличие газоперерабатывающего завода, поскольку товарный газ не должен иметь в своем составе сероводород.

В таблице 1 представлен компонентный состав газа месторождений.

Таблица 1

Состав пластовой смеси

Месторождение	Доля компонента, %							
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂₊	N ₂	CO ₂	H ₂ S
Оренбургское	83,5	4,3	1,5	0,6	1,8	2,7	2,4	4,4
Карачаганакское	72,5	5,5	3,1	1,3	7,8	0,8	5,8	3,4
Астраханское	52,8	2,1	0,8	0,5	3,9	0,4	14,0	25,3
Тенгизское	42,2	8,5	5,2	3,3	21,2	0,8	2,6	16,2

Эти месторождения следует рассматривать как ресурсы полиминерального сырья, при разработке которых необходимо обеспечить максимальное

извлечение и использование всех ценных компонентов. Каждый отдельный неуглеводородный компонент (H_2S , CO_2 , He...), входящий в состав углеводородной смеси месторождений, представляет ценный природный химический материал. Однако при разработке месторождений со сложным составом, находящихся в настоящее время в эксплуатации, основное внимание по-прежнему уделяется углеводородной составляющей, т.е. газу и газовому конденсату. На первый взгляд такой подход к разработке может представляться оправданным: добывать в первую очередь то, что наиболее востребовано на рынке и то, что технически проще осуществить. Подобные рассуждения могут быть уместны при проектировании разработки любого сырьевого месторождения, если бы имелась возможность отбирать от запасов месторождений дифференцированно только востребованные в данном промежутке времени элементы. При скважинной разработке углеводородных месторождений, имеющих, как правило, сложные термодинамические условия – давление, температуру, глубину залегания (табл. 2), невозможно дифференцированно извлекать отдельные компоненты, извлекается пластовый флюид, т.е. добываем или все или ничего.

Таблица 2

Характеристики месторождений

Месторождение	H, м	$P_{пл}$, МПа	$P_{нк}$, Мпа	Примечание
АГКМ	3970	61	38–40	
ОГКМ	1300	21	3,6	
Тенгиз	3867	84,24		
Карачаганак	3526	53,8		

Все приведенные выше газоконденсатные месторождения эксплуатируются в режиме истощения пластовой энергии, т.е. без поддержания пластового давления. Из добываемой пластовой смеси извлекается газовый конденсат, элементарная газовая сера и очищенный товарный природный газ, на Оренбургском газовом комплексе извлекается гелий.

Другие химические компоненты (CO_2 , He) вместе с дымовыми газами от установок извлечения серы выбрасываются в атмосферу, загрязняя окружающую среду. Процесс получения серы (процесс Клауса), несмотря на использование установок доочистки хвостовых газов (Сульфрин, Скотт) с теоретическими показателями степени извлечения 98–99,8 %, допускает значительные выбросы в атмосферу двуокиси серы. Загрязнение окружающей среды при разработке углеводородных месторождений сложного состава – очень важный и очень сложный аспект, который заслуживает отдельно более детального рассмотрения. Кроме экологического воздействия, выбросы в атмосферу извлеченных с большими затратами природных ресурсов неуглеводородных компонентов имеют не только экологическую, но и морально-этическую составляющую. Не обладая способностью (на достигнутом сегодня уровне развития технологий) полностью извлекать все присутствующие в месторождении богатства, мы выбрасываем их в дымовую трубу, не оставляем шансов будущим поколениям.

Вырабатываемая в настоящее время из H_2S элементарная газовая сера резко упала в цене по причине снижения спроса на рынке и стала практически неликвидным продуктом. Если периодические внутригодовые колебания

в потребности среды можно с разумными экономическими затратами реализовать путем создания дополнительных складов хранения серы в твердом виде, то позволить себе долгосрочное (10–20 лет) хранение больших объемов продукции чрезвычайно дорого и технически трудноосуществимо.

В настоящее время некоторыми специалистами на достаточно серьезном уровне обсуждается вопрос сжигания H_2S с целью получения тепловой и электрической энергии, основная задача при этом – утилизировать сероводород как «попутный» компонент, который не позволяет наращивать объемы добычи «основного» продукта – природного газа и жидких углеводородов.

Если говорить о других неуглеводородных компонентах, содержащихся в углеводородных месторождениях сложного состава, которые извлекаются «вынужденно» и просто выбрасываются в атмосферу как попутные вредные примеси, то вопрос об их долгосрочном хранении даже не рассматривается.

Отличительной особенностью газоконденсатных месторождений, как известно, является свойство ретроградной (обратной) конденсации тяжелых углеводородов (C_{5+}) при достижении величины пластового давления давлением начала конденсации. Давление начала конденсации зависит от состава пластового флюида и температуры и по различным месторождениям имеет свои величины (табл. 2), которые достигаются на первых этапах разработки, т.е. при извлечении менее половины извлекаемых запасов.

Опасность процесса ретроградной конденсации в пластовых условиях заключается в том, что выпавший (сконденсировавшийся) в пористой среде конденсат становится трудноизвлекаемым, а в большинстве случаев в зависимости от продуктивных характеристик пласта безвозвратно потерянным. Выпадающий в пласте конденсат снижает его (пласта) продуктивные характеристики и блокирует отдельные зоны месторождения, что приводит к так называемому эффекту защемления, т.е. снижает и без того низкий коэффициент извлечения запасов. Единственный способ избежать потерь от явления ретроградной конденсации – не допустить снижения пластового давления до критического давления начала конденсации или максимально отодвинуть наступление этого момента во времени. Известно несколько способов разработки углеводородных месторождений с поддержанием пластового давления путем нагнетания в пласт воды или различных газов (CO_2 , CH_4). Классический способ разработки газоконденсатных месторождений с закачкой в пласт всего объема добываемого на месторождении газа после извлечения из него C_{5+} называется *сайклинг-процессом*.

Применяя сайклинг-процесс наряду с другими техническими решениями можно добиться максимально возможной степени извлечения конденсата из пласта (разработка газоконденсатных месторождений без поддержания пластового давления имеет очень символическое название – «разработка на истощение пластовой энергии»). На наш взгляд, газоконденсатные месторождения со сложным составом по такой схеме разрабатывать недопустимо.

Астраханское месторождение (АГКМ) – первое в нашей стране месторождение, в котором объемное содержание метана – около 50 %, а кислых компонентов – более 40 %. Пластовая смесь представляет собой недонасыщенную газоконденсатную систему. Давление начала конденсации 38–40 МПа. Среднее содержание конденсата 260 г/м^3 , пластовая температура $110 \text{ }^\circ\text{C}$.

АГКМ располагается в Астраханской области России. Часть его (на востоке) находится на территории Казахстана, и значительная территория (на западе) занята поймой. АГКМ разрабатывается с 1986 г. В настоящее время в разработку вовлечен центральный участок левобережной части, в которой сосредоточены основные запасы углеводородного сырья (более 2-х трлн м³ пластового газа).

Астраханское ГКМ имеет значительный ресурсный потенциал. На настоящее время из месторождения отобрано около 5 % от утвержденных запасов. Однако наращивание добычи сырья Астраханского ГКМ сопряжено с увеличением количества попутно добываемого сероводорода. Для снижения экологической нагрузки на регион необходимо использование технологий, позволяющих максимально снизить выбросы соединений серы в атмосферу, в частности, за счет использования технологий переработки газа без производства серы. Проблема увеличения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу усугубляется, тем более, что в 2005 г. вступил в действие Киотский протокол, обязывающий с 2008 г. ограничивать выбросы парниковых газов.

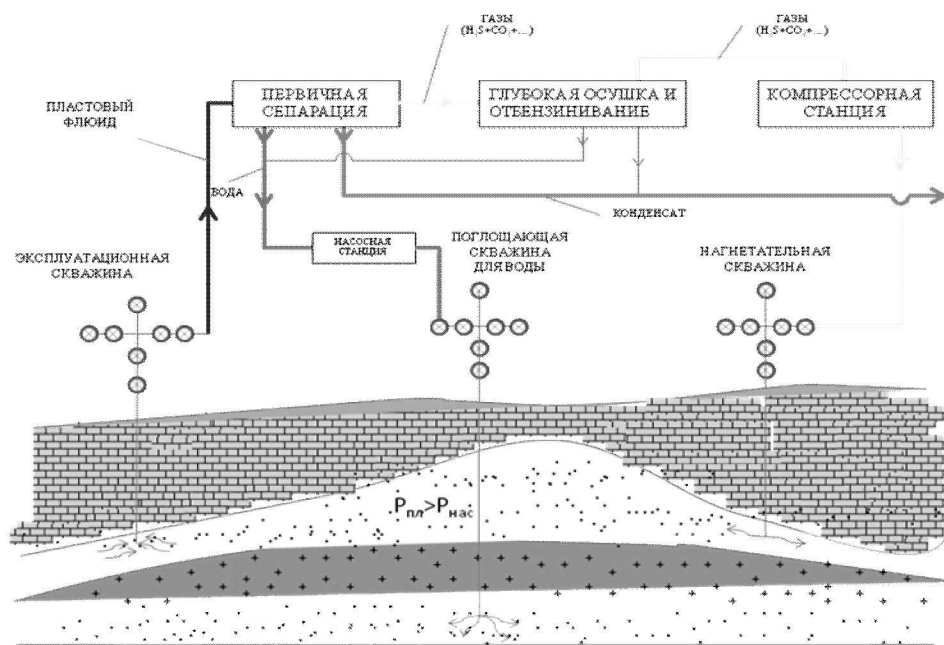


Рис. Схема разработки месторождения

Наиболее разумной нам представляется схема разработки месторождения с отделением и дальнейшей переработкой исключительно жидких углеводородов, а все газовые компоненты подвергаются обратной закачке, т.е. предлагается при разработке газоконденсатных месторождений сложного состава применять сайклинг-процесс с закачкой всего объема добываемого газа после извлечения исключительно жидких углеводородов (рис.). Все остальные компоненты (CH₄, H₂S, CO₂, He и др.) без отделения и дополнительной обработки закачивать обратно в пласт, достигая при этом:

- 1) поддержание пластового давления;
- 2) исключение выбросов в окружающую среду;

3) сохранение ценных углеводородных компонентов в естественных природных условиях на перспективу.

Не используя термин «варварское отношение к природным ресурсам», к сказанному следует добавить, что, извлекая из природной среды наиболее востребованное и ценное углеводородное сырье (газ, газовый конденсат), мы сохраним для наших потомков химическое сырье (H_2S , CO_2 , He), продлим срок разработки месторождения, полностью исключим выбросы в окружающую среду.

Справка: Разработка месторождений сероводородсодержащего углеводородного сырья с применением технологии обратной закачки кислых газов в пласт ведется на объектах Северной Америки с начала 90-х гг. Первый раз в Канаде сайклинг-процесс применила компания на месторождении Acheson в 1989 г. Тогда кислый газ, в составе которого был сероводород (15 %) и CO_2 (85 %), закачивали в отработанную скважину на глубину 1100 м. С тех пор только в Западной Канаде было осуществлено около 50 проектов переработки углеводородного сырья с применением технологии обратной закачки кислых газов. Только в провинции Альберта уже реализован 41 проект сайклинга кислых газов. Также имеется 6–8 примеров применения сайклинг-процесса в провинции Бритиш Коламбия. На сегодняшний день состав кислых газов сайклинг-процесса в провинции Альберта варьируется от 4 до 75 % сероводорода и 15–95 % двуокиси углерода с небольшим содержанием метана.

Список литературы

1. Богданов Н. А. Экологическое зонирование: научно-методические приемы / Н. А. Богданов. – М., 2005. – С. 176.
2. Охрана окружающей среды : экологич. отчет. – 2008.

References

1. Bogdanov N. A. Jekologicheskoe zonirowanie: nauchno-metodicheskie priemy / N. A. Bogdanov. – M., 2005. – С. 176.
2. Ochrana okruzhajuwej sredy : jekologich. otchet. – 2008.