

Черноморские газогидраты — нетрадиционный вид углеводородного сырья

Рассмотрены результаты многолетних геолого-геофизических исследований, выполненных с целью оценки перспективности глубоководной части акватории Черноморской впадины на содержание промышленных залежей газогидратов природных углеводородов. Выполнен анализ большого объема сейсмических материалов (более 30 тыс. км), данных геологических и геохимических исследований придонных осадков. Закартированы обширные зоны регистрации отражений типа BSR и VAMP's. Изучены скоростные и динамические параметры волнового поля в наиболее перспективных областях. Установлена высокая перспективность практически всей акватории впадины на содержание промышленных залежей газогидратов и связанных с ними подгидратных залежей свободного газа. Выполнена оценка прогнозных ресурсов газа. Выбраны объекты для постановки поисковых и детальных работ.

В последние годы возрастает интерес к Черноморской впадине как перспективному нефтегазоносному бассейну. Это связано с накоплением большого объема разнообразной геологической и геофизической информации о строении осадочного чехла впадины, процессах генерации, миграции и образования скоплений углеводородов (УВ) в различных частях акватории.

Одним из результатов исследований является фактическое подтверждение возможности образования кристаллогидратов природных углеводородных газов (УВГ) в верхней части осадочного чехла впадины. В течение 1988—1990 гг. экспедициями Мингео СССР, АН СССР и Минвуза СССР получены пробы придонного грунта с газогидратными включениями, выполнены геохимические исследования газогидратов и газов. В результате геофизических работ последних пяти лет выявлены обширные площади регистрации аномальных отражений типа BSR (Bottom Simulating Reflector) и VAMP's (Velocity—Amplitude features), связываемых, как правило, с подошвой газогидратных залежей (ГГЗ) [12, 14].

Анализ реальной термобарической обстановки в глубоководной части Черноморской впадины [9] свидетельствует о наличии благоприятных для образования газогидратов термобарических условий, начиная с глубин моря 700—750 м для чистого метана и 300—350 м для природного газа с относительной плотностью 0,6 (состав газа принят по работе [7]). Глубина нижней границы зоны гидратообразования (ЗГО) определяется геотермическим градиентом и оценивается в 400—500 м под дном.

В последние годы появились новые данные о распределении теплового потока Черноморской впадины [3]. Установлены широкая и протяженная зона пониженного (почти вдвое) теплового потока, простирающаяся через всю акваторию с запада на восток, и аналогичная аномалия в северной части моря, против Керченского пролива. С учетом этих данных мощность ЗГО для указанных зон может достигать 1000—1200 м, что подтверждается результатами сейсмических работ ОГТ в Западно-Черноморской впадине.

Следовательно, ЗГО охватывает всю глубоководную впадину и значительную часть континентального склона. Образование кристаллогидратов происходит преимущественно в четвертичных осадках (мощность 1—3 км). Осадки неогена попадают в интервал ЗГО только на восточном склоне Туапсинского прогиба и в прогибе Сорокина, где появляются в своде диапироподобных структур.

Впервые о возможном наличии кристаллогидратов природных УВГ в придонных осадках Черного моря упоминается в работе [4]. В одной из колонок грунта, поднятого с глубины около 2000 м (местоположение не указано), в 6,5 м от поверхности были обнаружены белые инеподобные микрокристаллические нарастания внутри крупных

пустот, которые быстро испарились при подъеме на палубу судна. Было высказано предположение о возможной гидратной природе наблюдаемых кристаллов.

Следующая находка получена в ходе 21-го рейса НИС «Евпатория» в глубоководной части прогиба Сорокина [2]. Гидраты обнаружены в глиняной брекчии и приконтактно-деформированных слоистых алевропелитах (турбидитах) в своде диапировых структур. Наиболее эффективное проявление зафиксировано в глиняной брекчии (ст. 57) на глубине моря около 2000 м в интервале колонок 70 см, где получен мономинеральный образец гидрата длиной 8 и диаметром 12 см, соответствующим внутреннему диаметру трубы. В других образцах отмечены тонкие (3—5 мм), но протяженные прожилки, контролируемые слоистостью и трещиноватостью. Общее содержание гидрата в породе составляло около 10 %. В составе газов гидрата преобладает метан (97—98 %), содержание этана составляет 0,02—0,4, углекислого газа — 0,5—0,9, сероводорода — 0,25 %. Изотопный состав углерода метана свидетельствует о смешанной биохимической и термокаталитической природе газа.

В ходе комплексных геолого-геофизических исследований, выполненных ПО «Южморгеология» в 1988 г. на НИС «Феодосия» в Западно-Черноморской впадине южнее Крыма, подняты пробы придонного грунта с включениями кристаллогидратов. Всего исследовано четыре образца, содержащих кристаллогидраты в интервале колонок от 0,60 до 1,95 м. Морфологически они представлены различными агрегатами: аморфной льдоподобной массой в виде лепешек, размер длинной оси которых до 7,5 см; мелкими белыми кристаллами размером до 1—3 см; коркоподобными стяжениями размером до 3,5 см; уплотненными хлопьевидными стяжениями белого цвета размером 1—2,5 см (рис. 1). В трех случаях газогидраты обнаружены в плотных пористых брекчиевидных глинах с обломками осадочных пород и в одном — на контакте брекчиевидных глин с илистым сапропелем. Все находки приурочены к конусам выносов грязевых вулканов, закартированных с помощью сейсмоакустики и сонарной съемки дна.

Компонентный состав газов изучен в работе [6]. Газогидрат содержит метан и его гомологи до изобутана. Содержание метана колеблется от 93,3 до 95,7 %, на долю его гомологов приходится от 4,3 до 6,7 %. Содержание газа в образцах гидрата составляет 3,5—221,5 см³/кг. Такой разброс значений, скорее всего, обусловлен технологическими потерями газа при транспортировке пробы к поверхности.

На этом участке также были проведены газо-геохимические исследования 400 образцов донных осадков, отобранных более чем на 200 станциях. Изученная площадь в целом характеризуется аномально высокой газонасыщенностью. Содержание метана в осадках составляет от 20 до 3507 см³/кг при фоновых значениях $0,2 \cdot 10^{-2}$ см³/кг, тяжелых углеводородов — $(0,2—1160) \cdot 10^{-2}$ см³/кг при фоновых значениях 5×10^{-4} см³/кг осадка. Контрастность региональной аномалии достигает $1,8 \cdot 10^3$ раз, локальных аномалий — от $1 \cdot 10^4$ до $1,75 \cdot 10^6$ раз. В донных осадках содержится широкий спектр УВГ: метан, этан, пропан, изобутан, бутен, пентаны, гептаны, гексаны и октаны. Содержание предельных УВ превышает содержание непрельдных, последние встречаются крайне редко и с низкими концентрациями.

В донных осадках с аномально высокой газонасыщенностью наблюдается преобладание содержания УВГ в свободной фазе от 1,3 до 600 раз относительно содержания его в связанной, сорбированной фазе. Такой характер спонтанной дегазации может зависеть от термобарического разрушения кристаллогидратов при их подъеме на поверхность и рассматривается некоторыми исследователями как один из признаков гидратообразования [6, 7].

В пределах изученной площади более чем на 80 % станций установлена указанная аномалия. В донных осадках с аномально высокой газонасыщенностью наблюдается относительное опреснение поровых

вод. На ст. 17 и 18 содержания хлор-иона составляют соответственно 1,35 и 1,66 % при средних значениях 7,8 % для осадков с фоновым содержанием УВГ. Известно, что опреснение поровых вод связано с тем, что соли натрия и хлора не входят в структуру кристаллогидрата.

При рассмотрении совокупности приведенных выше прямых и косвенных данных установлено, что в пределах глубоководной части впадины имеются все необходимые условия для аккумуляции природных УВ в твердом (газогидратном) и свободном (газообразном) со-

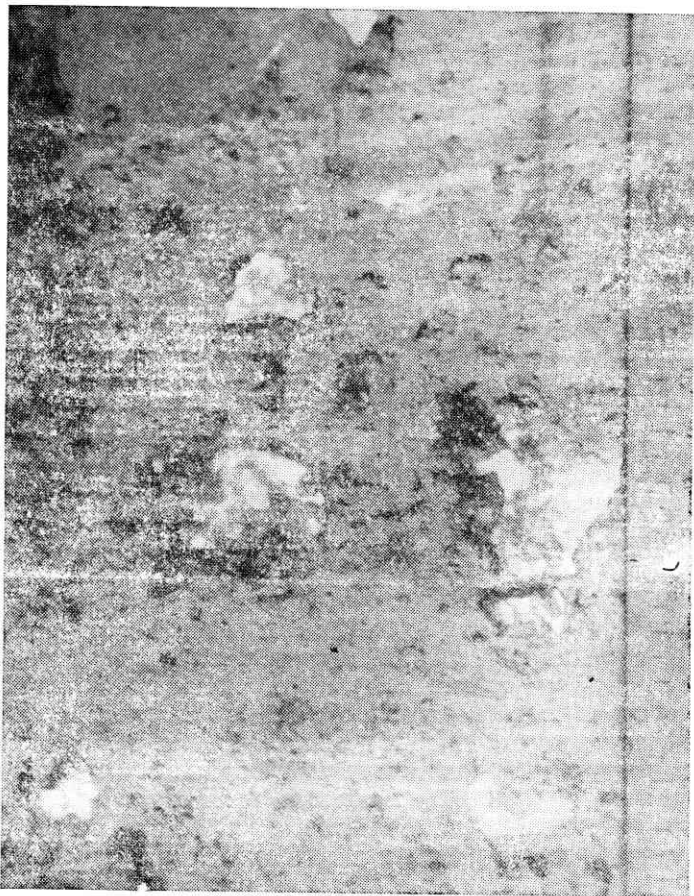


Рис. 1. Агрегаты газогидратов в колонке грунта на ст. 57 в Западно-Черноморской впадине

стояниях: достаточно низкие температуры придонных вод, высокие давления, чередование в разрезе пористых и глинистых пород, региональная нефтегазоносность акватории.

Важным вопросом, определяющим подход к изучению закономерностей гидратообразования в осадках, является вопрос об источниках УВГ и путях их поступления в ЗГО. Некоторые исследователи [1, 2, 8] считают генетический фактор образования ГГЗ не менее важным, чем термодинамический. Принципы генетической типизации ГГЗ наиболее полно рассмотрены в работе [10]. В основу классификации положены представления об основных геологических моделях природного газогидратообразования — криогенетической, эвстатической, седиментационной, фильтрогенной и диагенетической. Этим моделям соответствуют определенные типы ГГЗ. Для условий Черноморской впадины наиболее вероятными являются седиментогенный, фильтрогенный и диагенетический типы скопления газогидратов.

Одним из источников могут быть газообразные продукты биохимического преобразования органического вещества (метан, сероводород,

углекислый газ и др.). При этом некоторые ученые допускают наличие притоков газов, насыщающих поровые воды до уровней, достаточных для возникновения кристаллогидратов [8]. При погружении газонасыщенных осадков в пределы ЗГО образуются первичные залежи кристаллогидратов, заполняющих поровое пространство.

А. А. Трофимук считает [10], что газогидраты могут накапливаться в пластовых водах в условиях их резкой недонасыщенности газом при наличии соответствующих термобарических условий. При этом важно, что для формирования залежи не требуется наличия литологической покрывки, так как слой, вмещающий кристаллогидраты, становится практически непроницаемым для газообразных УВ при заполнении 65—70 % объема пор гидратами. Этот вывод очень важен для оценки перспектив Черноморской впадины, поскольку, по данным бурения судна «Гломар Челленджер», в глубоководной части акватории маловероятно наличие выдержанной по площади литологической покрывки в интервале предполагаемой ЗГО. В связи с этим возможность образования в придонных (300—500 м ниже дна) осадках непроницаемого для газов слоя позволяет рассматривать более широкий круг объектов и существенно повышает перспективность всего осадочно-го чехла.

Другим крупным источником УВГ являются миграционные потоки катагенетических природных газов, поступающие в ЗГО по тектоническим (разломы, зоны дробления) и литологическим каналам из главной зоны нефтегазообразования. Важным фактором, инициирующим процессы миграции, является характерная для Черноморского региона неотектоническая активность земной коры.

Сейсмическими работами МОГТ и ВЧСП в Черноморской впадине закартированы брахиантиклинальные складки, грязевые вулканы, тектонические нарушения, сопровождаемые на разрезах интенсивными динамическими и кинематическими аномалиями волнового поля.

Наиболее распространенным геофизическим признаком наличия кристаллогидратов в осадках является специфическое отражение, BSR, повторяющее в общих чертах конфигурацию поверхности дна, но не являющееся результатом кратных отражений. Волновая картина в интервале от донного отражения до BSR обычно отличается ослаблением амплитуд и степени когерентности вступлений (рис. 2).

Важным критерием при анализе природы BSR является связь между поддонной глубиной аномальных горизонтов и глубиной дна. Общая закономерность, установленная для большинства изученных сейсморазведкой и подтвержденных глубоководным бурением залежей газогидратов, заключается в возрастании глубины подошвы ГГЗ (горизонт BSR) при увеличении глубины дна [13]. Этот признак, а также аномальное повышение пластовых скоростей сейсмических волн и инверсия полярности отражения позволяют разделить эффекты, обусловленные наличием газогидратов в осадках, и аномалии, вызванные другими причинами (литология, диагенетические изменения).

Увеличение поддонной глубины BSR определяется термобарическими условиями стабильности гидратов, когда повышение гидростатического давления и снижение температуры придонной воды делают гидраты устойчивыми на больших глубинах в осадках. Особенно отчетливо это прослеживается на участках континентального склона, прилегающего к шельфу. Здесь, как правило, наблюдаются максимальные градиенты глубин дна и значений теплового потока и соответствующие им приращения мощности ЗГО.

Сейсмическим признаком ГГЗ считаются также аномалии волнового поля, называемые VAMP's [12]. По распространенности они превосходят BSR и расположены, как правило, в подошве ЗГО. На временных сейсмических разрезах VAMP's проявляются в виде сочетания повышенных амплитуд в своде аномалии («яркое пятно») и сниженных — в ядре. Дополнительным признаком служит депрессия скорости, связанная предположительно с подгидратной газовой залежью.

Для проверки указанного критерия выполнен анализ аномалий волнового поля, обладающих признаками BSR и VAMP's. Снятие значений интервальных времен отражения от дна до аномальных отражений произведено с шагом 1—2 км по профилю, для пересчета в масштаб глубин использованы средние скорости, вычисленные по данным сейсморазведки МОГТ. Полученные материалы были сопоставлены

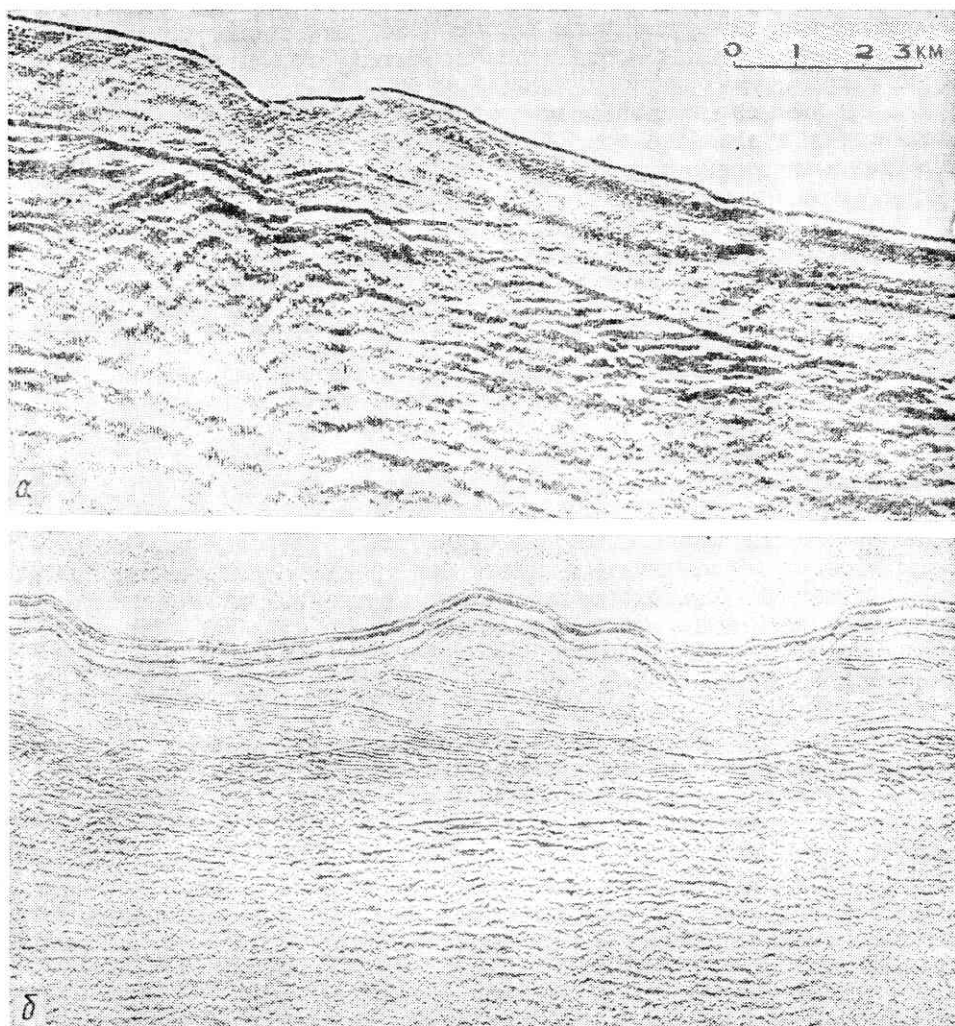


Рис. 2. Проявление отражения типа BSR на сейсмических материалах, полученных в Туапсинском прогибе Черноморской впадины

а — профиль 76 (12-кратное накопление, по ОГТ); б — профиль 27 (24-кратное накопление, по ОГТ)

с теоретическими равновесными кривыми образования гидратов для метана и природного газа с относительной плотностью 0,6, взятыми из работы [7] и скорректированными с учетом реального геотермического градиента Черноморской впадины [11]. Получены хорошо коррелируемые связи поддонной глубины отражений BSR и VAMP's и глубины дна.

Важным индикатором газогидратных залежей является скорость распространения упругих волн. В осадках, насыщенных гидратами, она повышена по сравнению с водонасыщенными. Д. В. Столл в лабораторных условиях получил значения 3000 м/с для песчаных осадков, содержащих кристаллогидраты метана. Повышенные значения скоростей отмечены в колонках грунта, поднятых из интервалов гидратонасыщения на акваториях Мексиканского залива и Гватемальской

котловины. По результатам анализа скоростей на сейсмических профилях, расположенных на восточном склоне Туапсинского прогиба, установлено, что средняя скорость для BSR составляет 1550 м/с при фоновом значении 1490—1500 м/с. Интервальные скорости при этом возрастают до 2800 м/с над BSR и снижаются до 1200 м/с в залегающей ниже толще при фоновых значениях 1800—1900 м/с. На отдельных профилях ОГТ после специальной обработки зафиксированы такие эффекты, как инверсия фазы вблизи BSR, отражение типа «плоская площадка» ниже его, связанное, вероятно, с контактом газ—вода (рис. 2, а).

Интересные результаты получены на участке Восточно-Черноморской впадины в районе скв. 379 бурового судна «Гломар Челленджер». По данным сейсморазведки ОГТ, в интервале глубин 380—450 м (от дна) отмечено повышение интервальной скорости до 2400 м/с и ее снижение в подстилающей толще (450—500 м) до 1400 м/с при фоновых значениях в изучаемом интервале разреза 1600—1900 м/с. По материалам бурения [11], в интервале 380—430 м (ниже дна) установлено скачкообразное снижение скорости проходки в 2,5 раза, при этом плотность пород на данном участке оказалась на 0,25 г/см³ меньше, чем в смежных интервалах. Подобное сочетание плотности, скорости бурения и скорости упругих волн рассматривается как один из признаков ГГЗ [7].

Структурные ловушки УВ, расположенные в пределах ЗГО, являются наиболее благоприятными местами для локализации ГГЗ и подгидратных залежей (ПГЗ). В то же время это основные, но не единственные места накопления газогидратов в разрезе, так как ГГЗ и ПГЗ могут образовываться также без тектонического и литологического контроля. С этой точки зрения, перспективной представляется полоса континентального склона, начиная с глубины 700—800 м до его подножия. Здесь имеются благоприятные термобарические условия и сравнительно высокое содержание органического вещества — источника биогенного метана.

Широкое распространение на склонах разнозернистых отложений суспензионных потоков и оползней обуславливает высокую перспективность этих объектов на содержание кристаллогидратов природных газов. Предполагается, что в процессе перемещения потока вниз по склону вследствие интенсивного турбулентного перемещения водонасыщенных осадков создаются практически идеальные (близкие к техногенным в трубах) условия для образования кристаллогидратов. Концентрация гидратов и их общие запасы определяются объемом накопленных в отложениях потоков в предшествующий период газообразных УВ и размерами блоков пород, вовлеченных в процесс перемещения и переотложения осадков.

На континентальных склонах подошва ГГЗ, исходя из ее физических характеристик, может служить поверхностью, по которой происходит гравитационное перемещение осадка (оползни, лавины). Нарушение термобарического равновесия пород глубинными тектоническими причинами может вызвать быстрое разрушение ГГЗ. Высвобождающиеся при этом огромные объемы газа играют роль ускорителя гравитационного перемещения осадков вниз по склону. Впоследствии, мигрируя по восстанию, несвязанные газы попадают в ЗГО и вновь принимают участие в образовании ГГЗ.

Это явление, по-видимому, широко распространено на западном и северо-западном склонах Западно-Черноморской впадины. Здесь установлено, что проявления оползневых явлений часто приурочены к предполагаемой подошве ЗГО. На сейсмических материалах высокого разрешения (ВЧСП), полученных в пределах болгарского сектора континентального склона, указанные явления наблюдаются довольно четко. Кроме того, здесь же отмечены аномалии типа VAMP's в присводовых частях антиклинальных складок, связанные, вероятно, со вторичными ГГЗ.

На основании приведенных данных можно предположить наличие различных генетических и структурных типов залежей, локализованных в верхней части осадочного разреза Черноморской впадины ГГЗ и ПГЗ. Учитывая разнообразие геоморфологических, тектонических, геохимических и термобарических условий на акватории впадины, а также характер распределения выявленных геофизических аномалий, можно ожидать изменчивость перспектив газоносности по площади.

Основными критериями районирования по перспективам газоносности зоны гидратообразования приняты: прогнозная перспективность осадочного чехла на природный газ, наличие благоприятных термобарических условий, существование или отсутствие структурных и литологических условий для локализации свободного газа, визуальное проявление специфических аномалий волнового поля в интервале ЗГО. Наличие всех четырех критериев свидетельствует о высокоперспективности области. Поскольку первые два критерия относительно стабильны для всей глубоководной части акватории впадины, основное внимание при районировании уделялось последним двум. При этом важно, что отсутствие даже одного из них резко снижает перспективы площади.

Сейсмические признаки ГГЗ распределены по акватории впадины неравномерно. Наибольшее количество выявленных аномалий типа BSR сосредоточено в верхней части осадочного разреза Туапсинского прогиба, сводовой части валов Шатского и Андрусова и в пределах континентального склона от Анапы до Сочи. В Западно-Черноморской впадине преимущественно регистрируются аномалии типа VAMP's, приуроченные к брахиантиклинальным складкам и предполагаемым грязевым вулканам.

Важной особенностью большинства проявлений VSR и VAMP's является то, что они расположены в непосредственной близости от тектонических нарушений, корнями уходящих в палеогеновые осадки. Правомерность рассмотрения их как проводящих каналов для газообразных УВ подтверждается интенсивными динамическими аномалиями, которые примыкают к нарушениям и простираются на несколько километров по восстанию пластов. Количественные оценки акустического импеданса аномальных отражений VSR и VAMP's с учетом данных бурения о физических свойствах пород свидетельствуют о том, что наиболее вероятной причиной наблюдаемых аномалий является гидратообразование.

Несомненно перспективными, с общегеологических позиций, являются области распространения песчанистых, обогащенных органическим веществом отложений конусов выноса палеорек и современных рек (Дунай, Кубань, Дон и др.), отложения древних потоков. По-видимому, только недостаточная разрешенность метода ОГТ не позволила получить прямые проявления ГГЗ на сейсмических разрезах.

К бесперспективным отнесены области, находящиеся в неблагоприятных термобарических условиях. Наличие здесь сколь-нибудь значительных ГГЗ маловероятно, хотя залежи свободного газа вполне возможны (рис. 3).

Оценка ресурсов газа в гидратном состоянии выполнена в работе [5]. Прогнозные ресурсы газа глубоководной части акватории Черноморской впадины оцениваются в 20—25 трлн м³. Более точный расчет выполнен для двух наиболее перспективных участков — Центрального и Восточного (рис. 3), площадь которых составляет соответственно 60,6 и 48,5 тыс. км². С учетом опыта разработки Месояхского месторождения максимальный коэффициент извлечения оценивается не выше 0,5, а средний — 0,1. При таких параметрах извлекаемые ресурсы газа ГГЗ составляют для Центрального участка 7,0—7,7, для Восточного — 5,7—7,0 трлн м³.

Таким образом, проведенные геолого-геофизические исследования позволили выполнить региональную оценку перспектив газоносности зоны гидратообразования в пределах верхней части осадочного чехла

Черноморской впадины. Результаты позволяют утверждать, что полученные доказательства наличия газогидратов в придонном слое осадков принципиально изменяют представления о возможных газовых ресурсах впадины в сторону их существенного увеличения. Наиболее перспективными объектами дальнейших исследований являются Прикрымский и Прикавказский участки глубоководной акватории впадины. Крупные залежи можно ожидать в зонах развития грязевых вулканов,

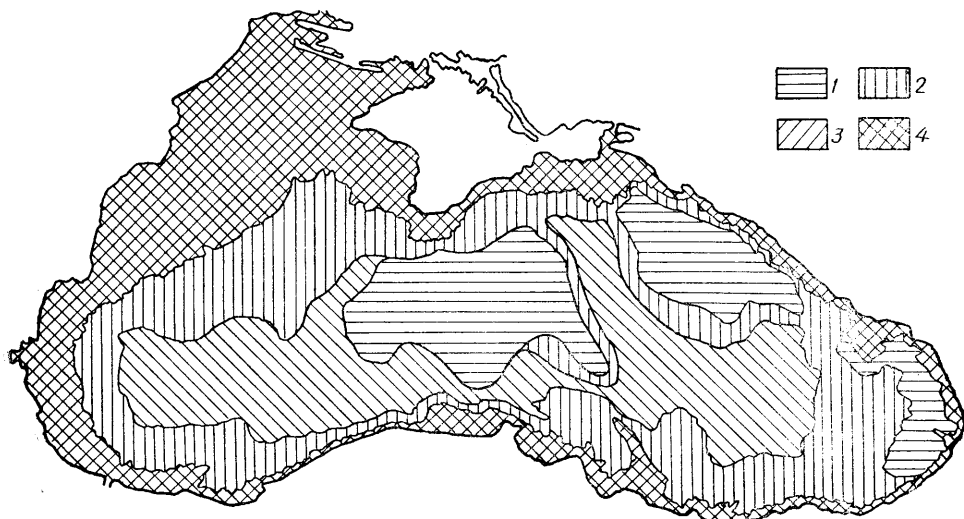


Рис. 3. Карта перспектив газоносности зоны гидратообразования Черноморской впадины 3 о н ы: 1—высокоперспективные, 2—перспективные, 3—малоперспективные, 4—бесперспективные

диапироподобных структур и тектонических нарушений в центральной части впадины и прогибе Сорокина. Несомненный интерес представляют участки континентального склона, прилегающего к шельфам Болгарии и Румынии, и дельтовые отложения палеорек.

Для последующих исследований важным является отработка оптимального комплекса геолого-геофизических методов поиска газогидратных и подгидратных залежей природных УВ.

1. Гинсбург Г. Д., Иванов В. Л., Матвеев Ю. И., Соловьев В. А. Основные генетические типы субмаринных газовых гидратов // Геология морей и океанов: Докл. конгр. геологов на 28-й сес. Междунар. геол. конгр. (Вашингтон, июнь 1989 г.).— Л.: Б. И., 1988.— С. 81—88.
2. Гинсбург Г. Д., Кремлев А. Н., Григорьев М. Н. и др. Открытие фильтрогенных газовых гидратов на Прикрымском континентальном подножии // Докл. АН СССР.— 1989.— Т. 309, № 2.— С. 409—411.
3. Дучков А. Д., Казанцев С. А. Тепловой поток впадины Черного моря // Геофизические поля Атлантического океана.— М., 1988.— С. 121—130.
4. Ефремова А. Г., Жижченко Б. П. Обнаружение кристалл-гидратов газов в осадках современных акваторий // Докл. АН СССР.— 1974.— Т. 214, № 5.— С. 1179—1181.
5. Корсаков О. Д., Бяков Ю. А., Ступак С. Н. Газовые гидраты Черноморской впадины // Сов. геология.— 1989.— № 12.— С. 3—9.
6. Круглякова Р. П., Зубова М. В., Копосова Т. А. Геохимическая характеристика газогидратов Черного моря // 9-я Всесоюз. шк. мор. геологии: Тез. докл.— М., 1990.— Т. 3.— С. 146.
7. Макогон Ю. Ф. Газовые гидраты, предупреждение их образования и использование.— М.: Недра, 1985.— 232 с.
8. Никитин С. П., Черский Н. В. Вероятные направления поисков газогидратных и подгидратных залежей газа на территории СССР // Геология нефти и газа.— 1987.— № 12.— С. 7—11.
9. Номоконов В. П., Ступак С. Н. Признаки газогидратных залежей в Черном море // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1988.— № 3.— С. 72—82.
10. Трофимук А. А., Макогон Ю. Ф., Толкачев М. В. Фазовые переходы в земной коре и их влияние на формирование залежей природных газов // 27-й Междунар. геол. конгр.: Тез. докл.— 1984.— Т. 7.— С. 119—120.
11. Whitmarsh R. B., Weser O. E., Ross D. A. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project.— Washington: U. S. Government Printing Office, 1974.— Vol. 23, 1179 p.

12. Scholl D. W., Copper A. K. VAMP's — Possible Hydrocarbon — Bearing Structures in Bering Sea Basin // AAPG Bull.— 1978.— Vol. 62, No 12.— P. 2481—2488.
13. Tucholke B. E., Bryan G. M., Eving J. I. Gas-Hydrate Horizons Detected in seismic Profiler data from the Western North Atlantic // AAPG Bull.— 1977.— Vol. 61, No 5.— P. 698—707.

ПО «Южморгеология», Геленджик

Статья поступила
30.10.90

Резюме

Розглянуто результати багаторічних геолого-геофізичних досліджень, виконаних з метою оцінки перспективності глибоководної частини акваторії Чорноморської западини на вміст промислових покладів газових гідратів природних вуглеводнів. Виконано аналіз великого обсягу сейсмічних матеріалів (понад 30 тис. км), даних геологічних і геохімічних досліджень придонних осадків. Закартовано великі зони реєстрації відображень типу BSR та VAMP's. Вивчено швидкісні й динамічні параметри хвильового поля у найперспективніших областях. Установлено високу перспективність практично всієї акваторії западини на вміст промислових покладів газових гідратів і пов'язаних з ними підгідратних покладів вільного газу. Виконано оцінку прогнозних ресурсів газу. Вибрано об'єкти для постановки розшукових і детальних робіт.

Summary

Geological-geophysical research has been performed for many years to estimate potentialities of the deep-water part of the water surface in the Black Sea depression for content of commercial deposits of gas hydrates of natural hydrocarbons. A large body of seismic materials (more than 30 thou. km.), data on geological and geochemical research of bottom sediments are analyzed. Vast zones of registering reflections of BSR and VAMP's type are mapped, velocity and dynamic parameters of the wave field in the most promising regions are studied. Practically the whole water surface of the depression is stated to be highly promising for the content of commercial deposits of gas hydrates and subhydrate deposits of free gas related to them. Predicting resources of gas are estimated, objects for organization of prospecting and detail works are chosen.

УДК 553.981:550.834(262.5)

В. А. Горчилин, Л. И. Лебедев

О признаках газогидратов в осадочной толще Черного моря и возможном типе ловушек углеводородов

Формирование газогидратов в результате подтока газа из более глубоких горизонтов осадочного чехла представляется наиболее вероятным. По данным геоакустического профилирования выделены признаки газогидратов в трех районах Черного моря, а также предположительные ловушки углеводородов с газогидратоносными осадками в качестве покрывок.

За последние 20—25 лет на суше и в море был выявлен новый вид углеводородного сырья — газовые гидраты. Считается, что субмаринные гидраты могут формироваться за счет двух источников. Один из них — органическое вещество (ОВ) донных отложений, при диагенезе которых образуется метан. Последний при достаточно низких температурах и достаточно высоком давлении (не менее 30 атм при положительных температурах) может соединяться с водой, образуя гидраты. Являясь неустойчивыми соединениями, гидраты при повышении температуры или снижении давления могут разлагаться на газ и воду. По термо-

© В. А. ГОРЧИЛИН, Л. И. ЛЕБЕДЕВ, 1991