Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. LXXXIII, 1981 г.

УДК 624.131.1

О РЕЖИМЕ НАКОПЛЕНИЯ И ПЕРЕНОСА СОВРЕМЕННЫХ МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В СВЕТЕ НОВЫХ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ ШЕЛЬФА

А.В.КУЗЬМИН

В последние годы в связи с задачами практического освоения шельфа все более массовым становится строительство не только на мелководье, но и на относительно больших глубинах в море. Можно выделить несколько основных направлений в хозяйственном использовании дна акваторий, нуждающихся в серьезном инженерно-геологическом обосновании:

1) разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений на шельфе; если в 1960 г. морская добыча нефти составляла всего 8 % общей добычи, в 1976 г. она составила около 500 млн.т, превысив 22 % всей мировой добычи нефти, предполагается, что к 1990 г. эта доля увеличится до 40 % [4];

2) разведка и разработка твердых полезных ископаемых; хотя в зарубежных странах разработка подводных россыпей составляет всего около 7 % общей стоимости руд, она дает около 100 % всего циркона и рутила, 80 % ильменита, более 40 % касситерита [5]; в ближайшее время в море будут добываться основные запасы янтаря в Калининградской области;

3) трубопроводный транспорт на дне моря; при морской нефтегазодобыче доставка нефтепродуктов даже с удаленных морских промыслов трубопроводами более экономична, чем эксплуатация танкеров; все большее значение приобретает прокладка трубопроводов для выпуска промышленных и бытовых стоков, забора воды для технологических целей при эксплуатации крупных береговых сооружений, например, для охлаждения (в работе ГРЭС);

4) разработка подводными карьерами месторождений строительных материалов; уже сейчас масса добываемых в море песков составляет в США и Великобритании около 10 % всей добычи этого вида стройматериалов, в Одесской области морские пески обеспечивают 90 % потребления [2];

5) проектирование и строительство глубоководных портовых сооружений.

Анализ проблем инженерно-геологического обоснования некоторых из перечисленных видов использования морского дна дан Л.Б.Розовским [2] в статье, где обобщен опыт десятилетнего развития инженерных изысканий на шельфе Черного моря. Однако при внимательном рассмотрении этих проблем можно убедит

ся, что они мало отличаются от тех, которые возникают при наземном строительстве в сложных инженерно-геологических условиях (в области развития слабых водонасыщенных глинистых пород, интенсивного проявления геологических процессов и т.д.), но здесь возникают существенные осложнения еще и в производстве изысканий и в самом воплощении проекта, так как строительство теперь нередко ведется на глубинах до 30-50 м.

Особо сложную, новую инженерно-геологическую проблему автор видит лишь в разработке подводным способом месторождений строительных песков, залегающих в непосредственной близости от берега, где возможно влияние вырабатываемой депрессии на устойчивость подводных склонов. Условия разработки требуют оценки параметров вдольбереговых потоков наносов и установления возможной литодинамической связи между карьером и берегом. По существу новой здесь является задача инженерной геодинамики по изучению процесса на дне моря, хотя она сводится в основном к исследованию подводных оползней и других гравитационных перемещений пород.

Перспективы освоения шельфа некоторых морей, главным образом с целью развития морской нефтегазодобычи, постановки буровых и укладки трубопроводов потребуют решения как традиционных задач инженерной геологии, так и принципиально новых. Так, анализ зарубежного опыта эксплуатации нефтепроводов от участков морской добычи до берега [8] показывает, что существенные осложнения здесь вызывают накопление и перемещение маломощных современных песчаных отложений, что может привести к значительным дополнительным нагрузкам на трубопроводы, их зависанию при подмыве песков и т.д. Причем очень существенно то обстоятельство, что уложенный трубопровод становится значительным фактором формирования новой геодинамической обстановки.

Эти процессы развиваются под влиянием интенсивного волнового воздействия, зависящего от глубины моря, параметров волнения, рельефа дна, его геологического строения, а также струйных придонных течений. Отсутствие опыта такого строительства в нашей стране, видимо, объясняет незначительное внимание к этим вопросам в отечественной литературе, где основные исследования связаны пока с освещением инженерно-геологических условий строительства отдельных объектов в прибрежной зоне, изучением свойств отложений шельфа, главным образом илов внутренних морей, разработкой методов и технических средств инженерно-геологических исследований преимущественно в виде приспособления обычных наземных методов инженерных изысканий к новым условиям. Вопросами динамики современных отложений (наносов) пока занимаются в основном гидрологи при решении частных вопросов, например, формирования и вдольберегового перемещения наносов с целью возможности использования пляжевых накоплений для строительных целей, защиты пляжей при разрушении абразией и др

С нашей точки зрения, интенсивное освоение шельфа в ближайшее время должно обеспечиваться развитием нового научного направления в инженерной геологии. Оно потребует комплексного изучения участков шельфа представителями разных специальностей - инженер-геологов, гидрологов, геофизиков; важное значение здесь приобретает количественная оценка факторов формирования режима и накопления рыхлого материала на шельфе с целью поисков методов управления природными процессами.

Задачи инженерной геологии морского дна могут видоизменяться в зависимости от конкретного вида строительства на шельфе, но в общем виде они всегда должны включать изучение следующих проблем:

1) геологическое строение, новейшие и современные тектонические движения и другие геологические процессы и явления;

2) рельеф поверхности шельфа в целом и отдельных его участков, перспективных для строительства, а также закономерности его изменения во времени (в экстремальные периоды, по сезонам года, в течение ряда лет);

3) особенности гидрологического режима с установлением характеризующих его количественных параметров, в первую очередь на перспективных участках;

4) режим накопления и переноса рыхлых отложений на шельфе и в береговой зоне, закономерности распределения их петрографических типов и их обусловленности геологическими и гидрологическими условиями;

5) всесторонняя оценка физико-механических свойств современных отложений и подстилающих их коренных пород;

6) прогноз направленности изменений режима современных отложений под влиянием сооружения для обоснования выбора технических средств по управлению геологическими процессами или конструктивного приспособления элементов сооружения к новым условиям.

В ближайшей перспективе наиболее интенсивно будут осваиваться преимущественно континентальные окраины океанов, приконтинентальные части окраинных морей и глубоководные внутренние моря, где процессы осадконакопления имеют общие черты: большие мощности отложений и заметную обогащенность осадков органическим веществом, связанную с повышенной биопродукцией и усиленным сносом с суши. Здесь реализуется первый тип седиментогенеза, когда характер отложений определяется влиянием прилегающей суши - ее геологическим строением, рельефом и климатом [7]. Седиментогенез здесь связан в основном с действием геологических агентов, находящихся за пределами зоны осадконакопления, а процессы, связанные с гидрологией и биопродукцией океана, являются наложенными на терригенный седиментогенез. Важнейшим фактором формирования осадков является колебание уровня Мирового океана.

Однако процессы седиментогенеза во внутренних морях и на континентальных окраинах океанов существенно различаются, что связано главным образом с интенсивностью поступления терригенного материала.

Так, узкие шельфы молодых складчатых сооружений Крыма и Кавказа, средиземноморский шельф Южной Европы, западный шельф Южного Каспия покрыты значительными по мощности терригенными глинистыми илами голоценового возраста, достигающими 8-9 м на глубинах менее 50 м, тогда как при слабом питании терригенным материалом на платформенных шельфах внутренних морей идет биогенно-карбонатное осадконакопление (северо-западный черноморский шельф, шельф Северной Африки [7].

В то же время на шельфах океанов почти до глубины 100 м накапливаются маломощные пески, песчано-пылеватые разности, представляющие собой в различной степени переотложенный материал плейстоценовых континентальных

отложений, оказавшихся на дне в результате позднечетвертичной трансгрессии Мирового океана (тихоокеанский шельф Северной Америки, восточного побережья о-ва Сахалин).

Шельфы окраинных морей занимают промежуточное положение по характеру осадконакопления: здесь при усложненной береговой линии или при выдвинутых в море гидротехнических сооружениях может накапливаться вновь принесенный терригенный материал во внутренней прибрежной части шельфа, как в заливе Петра Великого в Южном Приморье.

Существенны различия и в строении осадков на внешнем шельфе, объясняемые разной гидродинамической активностью бассейнов: для внутренних морей характерно короткопериодное ветровое волнение с ограниченной глубиной волнового воздействия и возможностью концентрации осадочного материала, а для континентальных окраин океанов наряду с крупным ветровым волнением - длиннопериодные волны зыби, воздействующие на дно до глубин в 80-100 м и способствующие транспорту большей части тонкодисперсного материала в сторону абиссали. Поэтому на шельфах океанов распространены осадки, не соответствующие по своему характеру современным условиям, содержащие более крупнозернистые фракции с преобладанием кварца и полевых шпатов [1].

Анализ разрезов верхнего шельфа показывает, что ведущими факторами формирования толщ голоценовых осадков являются геолого-структурная приуроченность района, климатическая зональность и динамика береговой зоны. Наибольшую мощность имеют современные осадки в районах крупных, длительно развивающихся депрессий в тропической и теплой умеренной зонах, тогда как в северной умеренной и субполярной климатических зонах нередки лишенные современных осадков участки дна, покрытые тонким слоем продуктов размыва подстилающих отложений. Конкретное распределение мощностей осадков контролируется абразионно-аккумулятивным береговым процессом, волнением и вызываемым им волновым течением. Так, в Южном Приморье в открытых и закрытых бухтах в условиях длительного погружения территории накапливаются различные не только по мощности, но и по составу осадки: от тонких глинистых илов до песчано-гравелистых и галечных отложений при интенсивном волновом воздействии в открытых бухтах [3].

Обломочный материал может перемещаться в поперечном по отношению к берегу направлении и продольном, вдольбереговом. В последнем случае создаются многообразные аккумулятивные формы; вдольбереговым переносом определяется размыв берегов, заносимость портовых гидротехнических сооружений, он наиболее развит в районах со сложно расчлененной береговой линией и больше характерен для внутренних морей. Открытые берега океана подвержены интенсивному процессу поперечного движения материала в результате действия длиннопериодных штормовых волн и волн зыби, вызывающей постоянный прибой, а результативность геологической деятельности вдольбереговых потоков здесь значительно ниже.

При перемещении современных морских отложений очень редко приходит в движение целиком весь слой осадков. Поэтому важно выделять в них, помимо нижней границы, еще одну, разделяющую отложения на подвижные и неподвижные, которая может не совпадать даже с границей различных по пет-

рографическому составу слоев. Верхний активный слой подвержен воздействию придонных волновых течений, живых организмов, здесь за короткий промежуток времени изменяется количественное содержание и размер отдельных компонентов. Именно изменчивость его состава и свойств определяет динамический режим участка шельфа, а нередко и целико. инженерно-геологические условия строительства, устойчивость сооружения или возможность его нормальной эксплуатации.

Выделение активной части современных отложений и их всестороннее изучение становится одной из важнейших задач инженерной геологии морского дна. Исследование пород различных генетических типов, подстилающих современные донные осадки, несколько облегчается тем обстоятельством, что они мало изменены в условиях шельфа и на них могут быть перенесены закономерности, установленные на участках их распространения на суше [2, 6]. Это объясняется единством геологических структур и истории шельфа и прилегающей суши.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каплин П.А. Новейшая история побережий Мирового океана. М., Изд-во МГУ, 1973.

2. Розовский Л.Б. Строительство на акваториях и морская инженерная геология. - Инженерная геология, 1979, № 2.

3. Рынков В.С., Шахгельдян И.Г., Полищук Л.Н. Четвертичные отложения прибрежной части шельфа залива Петра Великого. - В кн.: Вопросы геологии и геофизики окраинных морей северо-западной части Тихого океана. Владивосток, изд. Тихоокеанск. океанологическ. ин-та, 1974.

4. Слєвич С.Б. Шельф. Освоение, использование. Л., Гидрометеоиздат, 1977.

5. Спрингис К.Я. Морская геология и проблемы минерального сырья. М., Знание, 1971.

6. Шахгельдян И.Г., Рынков В.С. Основные особенности инженерно-геологических условий мелководной части акватории Южного Приморья и вопросы методики их изучения для крупного портового строительства. В кн.: Методика, техника и результаты инженерно-геологических и береговых исследований. Одесса, Изд-во Одесск. ун-та, 1973.

7. Щербаков Ф.А. Особенности седиментогенеза на континентальных окраинах океанов и во внутренних морях. - В кн.: Позднечетвертичная история и седиментогенез окраинных и внутренних морей. М., Наука, 1979.

8. Mousselli A.H. - Oil and Gas J., 1979, N 7.