

РЕЛЬЕФ И ПРОЯВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЛИТОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПО ТРАССЕ МОРСКОГО ГАЗОПРОВОДА «ДЖУБГА-ЛАЗАРЕВСКОЕ-СОЧИ»

Федоров А.С.¹, Миронюк С.Г.¹, Шельтинг С.К.²

¹ ООО «Питер Газ»,

² ООО «Сварог»

e-mail: Mironyuk.Sergey@petergaz.com; sks@svarog.ru

Выбор оптимального расположения конструкции подводного газопровода осуществляется по различным критериям. С одной стороны, это стоимость приведенных затрат, промышленная и экологическая безопасность сооружения, ремонтпригодность и т.п., с другой - параметры субаквальной природной обстановки. Важнейшее значение при выборе оптимальной трассы газопроводов имеет корректная оценка опасности литодинамических процессов.

Основой для предварительного выбора трассы морского трубопровода Джубга-Лазаревское-Сочи послужил фактический материал, полученный НПО «Южморгеология» на шельфе северо-восточной части Черного моря в 1992-2000 гг. Главными критериями при выборе трассы были:

- минимальная длина трассы;
- расположение между 50 м и 100м изобатами с целью уменьшения земляных работ и исключения волнового воздействия на трубопровод;
- прокладка объекта вне зоны сероводородного заражения Черного моря;
- обход участков лавинной седиментации (устья рек) и подводных каньонов.

Последующие работы ООО «Питер Газ» были направлены на уточнение маршрута и мест выхода газопровода на берег, детализацию инженерно-геологической обстановки вдоль трассы газопровода.

Изучение донного рельефа, проявлений гидрогенных и гравитационных литогенетических процессов осуществлялось комплексом методов, включая батиметрические исследования, сейсмоакустическое профилирование, сонарную съемку, видеосъемку (ROV), водолазное обследование и др.

Морской газопровод длиной около 159 км проходит вдоль черноморского побережья в пределах кавказского шельфа. Общее направление проектируемой трассы газопровода – юг-юго-восток.

Началом морской части газопровода является выход газопровода на морское дно в районе пос. Джубга. Выходы газопровода на берег предусмотрены также в районе пос. Новомихайловский, г. Туапсе и пос. Кудепста. Пресечение береговых линий предполагается выполнить способом бестраншейной прокладки с использованием метода наклонно-направленного бурения с выходом трубопровода в море на изобату 7-10 м. На остальных участках трассы газопровод либо укладывается непосредственно на морское дно, либо заглубляется в грунт на глубину 1-1,5 м до верха бетонного покрытия трубопровода (участок обхода каньона р. Шахе и др.).

Шельф северо-восточной части Черного моря относится к орогенному типу, обладая сложным блоковым строением. Он отделяется от склона перегибом дна – бровкой шельфа, которая на большей части площади фиксируется на глубинах около 100 м. Только на участках от г. Туапсе до р. Шахе и от р. Шахе до г. Сочи край шельфа местами опускается до изобаты 120-130 м.

Шельф имеет небольшую ширину (от 2-х до 15-ти км) и незначительный уклон (в среднем 0,4о) в сторону бровки, состоит из трех основных зон: а) береговой (в пределах зоны волнового воздействия) с глубинами от 0 до 20-30 м и шириной 2-5 км, б) средней, на глубинах от 20-30 до 80 м, шириной около 3-4 км, и в) внешней зоны шельфа с глубинами до 120-130 м и шириной 4-6 км в пределы которой заходят верховья подводных каньонов материкового склона.

Магистральная часть трассы газопровода проходит вдоль береговой линии в средней части шельфа с глубинами моря от 50 до 75 м. На участке обхода каньона Шахе трасса приближается к берегу и проходит в области глубин 12-15м в зоне активного волнового воздействия.

По данным изысканий, в составе донных отложений до глубины 20-25 м преобладают пески с включениями целой и битой ракушки. По мере увеличения глубины моря осадки сменяются алевритовыми разностями, становятся все более илистыми, а на глубинах 80-90 м переходят в илы.

Большая часть трассы проектируемого трубопровода пройдет по полям алевропелитовых илов.

Береговая зона шельфа на участках выхода газопровода в районе пос. Джубги, Новомихайловского, г. Туапсе и пос. Кудепсты характеризуется чередованием участков развития бенча и участков, на которых поверхность морского дна перекрыта покровом гравийно-галечниковых и песчаных отложений. Бенч, как и прилегающий клиф, сложенный породами мел-палеогенового флиша (юго-восточнее г. Туапсе с преобладанием глин) распространен в море на десятки и сотни метров от берега до глубин 10-15 м (реже более).

Бенч глыбово-грядовый, высота гряд над дном в среднем 0,3- 1, 5 м (в районе п. Джубги коренные породы образуют систему куэстообразных выступов высотой до 3,5 м). Межгрядовые промежутки до 10-20 м шириной, заполнены валунными, глубже – галечно-гравийными отложениями и песком. Угол уклона поверхности дна местами достигает 3°-6°.

При существующем гидрологическом режиме моря в породах флиша, формирующих бенч на участках береговых примыканий скорость разрушения дна не превышает 2 см/год. На участках где морское дно перекрыто песком, на поверхности дна до глубины 20-25 м прослеживаются волновые формы микрорельефа (знаки ряби), ориентированные преимущественно вдоль берега.

Участок трассы в верховьях каньона р. Шахе имеет ряд структурно-геоморфологических особенностей. Коридор трассы на этом участке проходит по пологой, с уклонами около 30', обращенной к ЮЗ (азимут – 250°) поверхности морского дна с глубинами от 5 до 30 м. На сонограммах поле обратно рассеянного сигнала однородное низкоамплитудное. Морское дно перекрыто заиленными песчаными отложениями. На глубинах менее 8 м вдоль северо-восточной границы участка протягивается граница полосы грядового бенча.

В юго-восточной части участка в коридор изысканий выходят верховья одного из отвершков каньона Шахе. Уклоны поверхности морского дна достигают здесь 12°. Морское дно осложняется серией подводных русел, сходящихся в направлении вершины каньона. К юго-востоку от границы каньона на монтаже сонограмм регистрируется широкая (около 700 м) полоса с повышенными амплитудами поля обратно рассеянного сигнала, которая пересекает коридор изысканий. Выше изобаты 13 м полоса прослеживается как серия пятен. Выделяемая на сонограммах зона повышенных амплитуд может отражать развитие на морском дне литологических неоднородностей, образование которых связано с периодическим прохождением потоков материала, пересекающего узкую полосу шельфа и разгружающегося в верховья каньона.

Область с повышенными амплитудами поля обратно рассеянного сигнала выделяется и в южной части участка обхода каньона Шахе на глубинах более 16 м. Здесь происходит перегиб поверхности морского дна и уклоны достигают 1° . Ближе к берегу выделяемая на монтаже сонограмм область с повышенными амплитудами поля обратного рассеянного сигнала разбивается на серию контрастных пятен, которые могут отражать образование на морском дне скоплений раковин моллюсков (т.н. банки) или скоплений осадков с повышенным содержанием грубых фракций.

Средняя зона шельфа расположена вне зоны волнового воздействия, Породы коренного основания перекрыты здесь мощной толщей четвертичных отложений, в верхней части разреза представленных алевропелитовыми илами, как правило, газонасыщенными. Максимальная мощность отложений покровного комплекса зафиксирована на глубинах 35-40 м. Уклоны поверхности шельфа в среднем составляют $30'-40'$, а на отдельных участках - до $1,3^\circ$.

В рельефе дна средней зоны шельфа проявлены элементы рельефа коренных пород, плейстоценовые палеобереговые уступы. Рельеф коренного основания в средней зоне шельфа нивелируется толщей четвертичных осадков и проявляется в рельефе морского дна в виде пологих поднятий («холмов») и понижений с амплитудами в первые метры, отражающих направление главных структурных элементов коренного основания.

Древние береговые террасы протягиваются вдоль всего побережья. Обращенные к морю уступы террас нивелируются толщей голоценовых осадков и в современном рельефе морского дна отображаются слабо проявленным перегибом.

К востоку от г. Туапсе уступ древней береговой террасы проявлен в рельефе морского дна уступом высотой около 10 м (угол уклона поверхности дна до $-2,8^\circ$). Постройка террасы сопряжена здесь с уступом в рельефе коренного основания, отражающим границу надвига. Общая высота поверхности террасы над прилегающей поверхностью коренного основания достигает на этом участке 20 м.

Рассматриваемая часть шельфа представляет собой зону промежуточной аккумуляции и транзита осадков. Анализ сонограмм показал значительное разнообразие литодинамических условий в средней части шельфа. На глубинах от 30 до 70 м повсеместно встречаются формы вдольберегового транзита донных осадков, оси которых протягиваются перпендикулярно берегу (поперек направления движения Основного черноморского течения (ОЧТ)). Сонограммы в этой зоне характеризуются чередованием протягивающихся в крест направления изобат широких (в десятки метров) полос, различающихся полутоновыми переходами от низкоамплитудных до среднеамплитудных, отражающих вариации состава донных осадков на поверхности форм микрорельефа, формирующихся в условиях придонного вдольберегового транзита наносов. Глубже 70 м описанные формы вдольберегового транзита осадков не обнаружены.

На сонограммах уверенно идентифицируются участки выходов на морское дно осадочных комплексов нижней части четвертичного разреза приуроченные к местам поднятий рельефа коренного основания и уступам террас. В ряде случаев в пределах таких выходов на поверхности морского дна обнаруживаются массовые скопления валунов и глыб размером 1-3 м. На траверзе п. Агой на глубине около 20 м обнаружена глыба размеры которой составляют $11*11$ м, высота – 2,6 м.

Важнейшим фактором, определяющим литодинамические условия на морском дне у внешней границы средней зоны шельфа является соотношение экспозиции элементов (граней) малоамплитудных форм рельефа к направлению потока ОЧТ. Склоны форм рельефа, обращенные к ЮВ, испытывают воздействие набегающего потока ОЧТ и характеризуются преобладанием условий ненакопления и даже эрозии отложений. На поверхности граней, обращенных к СЗ – преобладают условия накопления осадков.

Участки дна, на которых преобладает аккумуляция, на сонограммах отображаются, как участки однородной средне- и низкоамплитудной записи. Участки дна, на которых преобладают ненакопление (эрозия), отображаются в средне- и высокоамплитудной записи со сложным рисунком, отражающим особенности эрозионного мезо- и микро рельефа. В осевых частях понижений рельефа морского дна на сонограммах регистрируются полосы низкоамплитудной записи, образующие дентровидные формы и сливающиеся вниз по склону. Такой рисунок сонограмм отражает развитие здесь процессов гравитационного перемещения осадков во внешнюю часть шельфа.

Внешняя зона шельфа характеризуется следующими условиями: уклон поверхности дна в среднем не превышает 1° , но вблизи бровки шельфа может достигать 10° ; мощность несвязанных осадков в направлении к бровке шельфа сокращается до 3-1 м и менее. В рельефе проявляются гряды, отражающие формы рельефа коренных пород высотой 5–20 м и длиной 2–6 км, ориентировка которых отражает направление главных структурных элементов коренного основания. Переход к континентальному склону часто резкий, обрывистый.

Особую категорию геоморфологических элементов на шельфе составляют формы антропогенного рельефа (свалки грунта, следы тралов, якорей, воронки взрывов и др.). Оценивая потенциальную опасность природных воздействий на газопровод, можно заключить, что наиболее опасными литодинамическими процессами на шельфе является донная эрозия и миграция наносов в береговой зоне шельфа.