УДК 624.131.1

**П.В.КОТЮКОВ**
*Геолого-разведочный факультет,*
*группа РГИ-00, ассистент профессора*

# ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ «БЕРЕГОВАЯ» (ГАЗОПРОВОД «ГОЛУБОЙ ПОТОК», ГЕЛЕНДЖИКСКИЙ РАЙОН)

Проанализированы инженерно-геологические условия площадки проектируемой компрессорной станции «Береговая», при этом особое внимание обращено на эндогенные и экзогенные геологические процессы и явления, которые будут определять безопасность эксплуатации станции. Рассмотрены особенности физико-механических свойств флишевой толщи, выделены наиболее слабые и водонеустойчивые разности пород – мергели. Показано, что в мергельных отложениях при их дополнительном увлажнении наиболее вероятно формирование поверхностей скольжения оползневых смещений. Даются примеры возможных мероприятий по обеспечению защиты компрессорной станции от опасных геологических процессов.

Engineering and geological conditions of the area for the «Beregovaya» projected booster station are analyzed. A special attention is paid to endogenous and exogenous geological processes and phenomena, which will determine safety of the station operation. Physical and mechanical features of the flysch stratum are considered. The weakest and least water-stable rock masses (chalky clay) are singled out. It is shown that in chalky clay deposits in case of their additional moistening formation of landslide surfaces is the most probable. Examples of possible measures to protect the booster station against dangerous geological processes are given.

Компрессорная станция (КС) «Береговая» служит головной станцией газопровода «Голубой поток» и предназначена для компримирования и подачи природного газа по газопроводу, проложенному по дну Черного моря на приемный терминал г.Самсун (Турция). Станция расположена между городами Новороссийском и Туапсе в 1,5 км от береговой линии. При эксплуатации в нормальном режиме станция принимает газ из магистрального газопровода «Россия – Турция» под давлением 8,8 МПа и возвращает его в газопровод под давлением 25,15 МПа. КС «Береговая» является уникальной компрессорной станцией не только для российской, но и для мировой газовой отрасли как по технологическим решениям, так и по своим параметрам.

Важной особенностью рассматриваемого района является наличие флишевой толщи маастрихского яруса верхнего мела, вскрытая мощность которой составляет 26 м. Флишевые отложения перекрываются четвертичными элювиально-делювиальными суглинками мощностью до 2 м.

Разрез флишевой толщи характеризуется ритмичным чередованием песчаников на карбонатном цементе, алевролитов, мергелей и глинистых известняков. Породы имеют различную степень выветрелости и трещиноватости. Мощность отдельных литологических типов 0,2-0,7 м. Падение флишевой толщи происходит в юго-западном (в сторону моря), реже в западном направлении под углом 5-40°, азимуты падения от 205 до 240°. Такие значения углов падения способствуют формированию оползней, особенно при дополнительном увлажнении пород.

На территории площадки КС «Береговая» выявлены две диагональные системы разноориентированных разрывных наруше-

*Таблица 1*

**Нормативные показатели физико-механических свойств пород флишевой толщи**

| Показатель | Единица | Породы | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Мергель | | Известняк глинистый | Песчаник |
| | | малопрочный | средней прочности | | |
| Природная влажность | | 0,14 | 0,12 | 0,08 | 0,05 |
| Плотность при естественной влажности | т/м$^3$ | 2,32 | 2,43 | 2,46 | 2,39 |
| Плотность минеральной части грунта | т/м$^3$ | 2,69 | 2,71 | 2,69 | 2,68 |
| Коэффициент пористости | | 0,266 | 0,250 | 0,176 | 0,176 |
| Предел прочности на одноосное сжатие: | | | | | |
| в воздушно-сухом состоянии | МПа | 2,1 | 28,0 | 8,6 | 29,1 |
| в водонасыщенном состоянии | МПа | 11,0 | 41,0 | 26,4 | 63,7 |
| Коэффициент размягчаемости | | 0,21 | 0,67 | 0,33 | 0,46 |

ний и зон трещиноватости северо-западного, северо-восточного и субширотного простирания. В зонах влияния разломов отмечается интенсивная трещиноватость. В верхней части разреза трещины выветривания и тектоническая трещиноватость определяют степень дезинтеграции пород.

В период изысканий было отмечено, что подземные воды имеют спорадическое распространение. Однако во время эксплуатации возможно формирование техногенного водоносного горизонта за счет: а) утечек из подземных коммуникаций; б) нарушения тепловлагообмена в связи с покрытием территории; в) барражного эффекта построенных зданий и подземных сооружений.

Разгрузка такого водоносного горизонта будет происходить в склоновой части, прилегающей к площадке КС, создавая дополнительные напряжения за счет гидродинамического давления. В лабораторных условиях были определены некоторые показатели физико-механических свойств наиболее водонеустойчивых типов пород флишевой толщи (табл.1). Установлено, что для некоторых разностей мергелей коэффициент размягчаемости снижается до 0,06.

Трещиноватость пород обычно оказывает существенное влияние на снижение сцепления пород в зависимости от мощности деформируемой зоны (глубина поверхности скольжения $H$ и размер блока $l$). С учетом коэффициента структурного ослабления сцепление в массиве $C_м = \lambda C_0$, где $\lambda = 1 / [1 + a\ln(H / l)]$; $C_0$ – сцепление в образце; $a = 2{,}0$. Значения сцепления для увлажненных мергелей с низкой прочностью в зависимости от положения поверхности скольжения оползневого тела приведены в табл.2.

*Таблица 2*

**Сцепление малопрочных мергелей с учетом их трещиноватости и дополнительного увлажнения**

| Глубина расположения поверхности скольжения $H$, м | Средний размер блока $l$, м | Сцепление в массиве $C_м$, МПа |
|---|---|---|
| 22,0/8,0 | 0,3 | 0,057/0,073 |
| | 0,2 | 0,053/0,066 |
| | 0,1 | 0,047/0,047 |

*Примечание.* Сцепление в образце 0,55 МПа

На исследуемом участке выделено три стабилизированных оползня, которые могут быть отнесены к консеквентному и асеквентно-консеквентному типам. Оползневые процессы захватывают склон до глубины 22 м.

Во время строительства и эксплуатации КС «Береговая» произойдет активизация процессов образования оползневых смещений в связи с пригрузкой участков, прилегающих к головам оползней, и разгрузкой техногенного водоносного горизонта в склоновой части.

Кроме оползневых процессов на данной территории широко развиты такие экзогенные процессы, как выветривание, плоскостной смыв и линейная эрозия.

Вся прилегающая территория склоновой части площадки КС «Береговая» занята оврагами. Глубина их вреза достигает 30 м,

а крутизна склонов 40°. Направление расположения тальвегов оврагов совпадает с линиями разломов северо-западного, северо-восточного и субширотного простираний. В юго-восточной части образование оврагов можно связать с активной тектонической раздробленностью пород. Динамика формирования оврагов, как и оползневых процессов, часто зависит от активности разгрузки подземных вод.

Сейсмичность рассматриваемой территории оценивается в 8 баллов, но при повышении уровня грунтовых вод может увеличиться на 1-2 балла, что также будет способствовать активизации оползневых процессов.

Комплекс основных мероприятий, обеспечивающих повышение надежности эксплуатации КС, должен развиваться по следующим направлениям:

1) предупреждение формирования техногенного водоносного горизонта путем предотвращения утечек из системы водоотведения, организации отвода поверхностных вод, устройства головного и локального дренажей;

2) предупреждение образования оползневых процессов с помощью террасирования склонов, посадки леса, разгрузки в головной части оползней;

3) устройство гравитационных подпорных стенок с заглублением в маловыветрелые породы в зонах возможного развития оползневых деформаций;

4) организация инженерно-геологического и гидрогеологического мониторинга как на самой территории, так и в пределах склоновой части, прилегающей к площадке КС, для контроля и предупреждения развития опасных процессов и явлений в зонах возможного развития оползневых деформаций.

Научный руководитель д.г-м.н. проф. *Р.Э.Дашко*