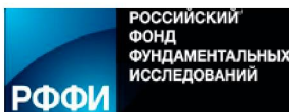


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»

САМОУПРАВЛЯЕМАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ В ФОРМЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«Российский фонд фундаментальных исследований»

САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
«КубаньСтройИзыскания»



**ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА
И ПРЕДКАВКАЗЬЯ:
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ**

*Материалы
Первой Региональной научно-практической конференции
29–31 октября 2014 г., г. Геленджик*

Под редакцией
Н.А. Бондаренко, Т.В. Любимовой,
Е.А. Волошко

Краснодар
2014

ГЕООПАСНЫЕ ФАКТОРЫ НА ЛИНЕЙНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

М.Ю. Баборькин¹, Е.В. Жидиляева², А.Г. Погосян²
¹ *Кубанский государственный университет, Краснодар,*
baborykin.my@injgeo.ru
² *ООО «Геопроектстрой», Краснодар*

GEOHAZARDS ON PIPELINES

M.Yu. Baborykin¹, E.V. Zhidilyaeva², A.G. Pogosyan²
¹ *Kuban State University, Krasnodar*
² *Geoproektstroy, Krasnodar*

В настоящее время в России реализуются масштабные проекты строительства линейных природно-технических систем (ПТС) – трубопроводов и газопроводов (южный поток, сила Сибири и т.д.) в сложных географических условиях с интенсивным развитием экзогенных опасных природных процессов (ОПП) приводящих к различным геоопасным явлениям, негативно воздействующим на линейные объекты и всю техническую инфраструктуру. Актуальная задача обеспечения надежной эксплуатации линейных трубопроводов в сложных природных условиях требует систематизации типов геоопасных явлений и оценки их влияния на различные элементы линейных трубопроводов.

Геоопасные явления на линейных трубопроводах. Согласно нормативной документации (действующей и обязательной для применения в целях выполнения требований технического регламента) опасные геологические процессы (геоопасные явления), оказывающие отрицательное воздействие на линейные сооружения и народнохозяйственные объекты, связаны с такими компонентами геоопасности как оползни, обвалы, карст, селевые потоки, снежные лавины и др. (СНиП 116.13330.2012., СНиП 22-02-2003., СНиП 2.06.15-85). Происходящие в верхних горизонтах земной коры геологические процессы отличаются многообразием форм, обладают специфическими механизмами и закономерностями развития и пользуются широким распространением на территории Российской Федерации.

Для успешного выявления геоопасных явлений необходимо систематизировать типы геоопасных явлений, установить и описать признаки предшествующие опасному явлению и спрогнозировать возможные последствия их воздействия на конкретные объекты мониторинга. Необходимо провести типизацию условий прокладки трасс линейных объектов с учетом оценки влияния всех возможных факторов геоопасности и дифференцировать их по степени влияния на те или иные элементы линейного сооружения.

Прокладка линейных трубопроводов на пересеченной местности сопряжена с подрезками и потерей устойчивости склонов, нарушением естественных природных условий (изменение теплового режима и водного режима грунтов, активизация экзогенных процессов и т. д.). Материал в области земельного отвода также оказывает влияние на окружающую обстановку при прокладке земельного отвода через некоторые природные процессы (такие как перемещение масс и эрозия). При этом различные геоопасные явления могут воздействовать, как независимо, так и в совокупности и, находясь на расстоянии, друг от друга, также могут усиливать друг друга с точки зрения воздействия на три главных элемента трубопроводов – труба, траншея, засыпка траншеи (присыпка, подсыпка) (см. рис.1).

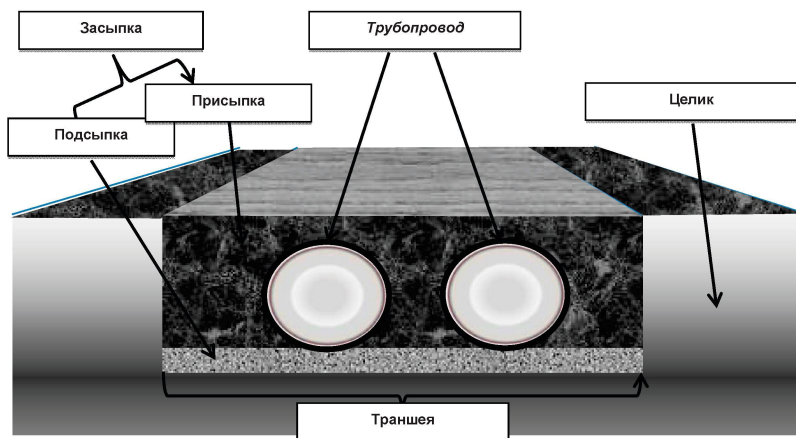


Рис. 1. Элементы трубопровода подверженные воздействию геоопасных явлений и процессов.

В зарубежной литературе уже накоплен значительный опыт в исследовании факторов геоопасности и всего многообразия типов геоопасных явлений воздействующих на линейные трубопроводы и проведена их систематизация по характеру их проявления, по степени воздействия и признаков их выделения.

Ниже приведены факторы геоопасности, потенциальные эффекты и элементы линейного сооружения, подверженные негативному воздействию. Различные геоопасносные явления поделены на группы по типу фактора геоопасности.

Массоперенос:

– *глубокий оползень*: глубокие вращательные или сложные разрывы продольно или поперечно ориентированных склонов → быстрая нагрузка и деформация трубопровода, обнажение трубопровода или погружение на глубину, разрушение земельного отвода и засыпки траншеи, уязвимость трубопровода зависит от направления нагрузки.

– *крип*: постепенное перемещение вниз по склону почвенного слоя в пределах мёрзлых или не мёрзлых склонов → постепенная нагрузка и деформация трубопровода (продольная или латеральная), смещение техногенного грунта (засыпки траншеи), нарушение целостности траншеи (земельного отвода).

– *криповый разрыв*: внезапный разрыв протаявших многолетнемерзлых склонов как следствие постепенного смещения масс вниз по склону → постепенная нагрузка и деформация трубопровода, ведущая к быстрому погружению и к деформации (продольной или латеральной).

– *солифлюкция (отделение оттаявшего слоя)*: неустойчивые пологие склоны, вызывающие перемещение вниз по склону оттаявшего слоя почвы над многолетнемерзлыми породами → уменьшение покрывающего слоя и обнажение трубопровода, возможны продольные или латеральные погружения по склону вместе с оттаявшим слоем.

– *обвал или каменная лавина*: перемещение вниз по склону, как отдельных блоков, так и разрушенных масс горных пород → внезапная вертикальная нагрузка на трубопровод и увеличение глубины местоположения (захоронения), возможны повреждения траншеи и возможны обнажения трубопровода.

– *обломочный поток (каменные реки)*: перемещение вниз по склону увлажненных обломков → внезапная вертикальная на-

грузка трубопровода и увеличение глубины захоронения трубы (прокладки), возможны повреждения траншеи и возможны обнажения трубопровода.

– *снежная лавина*: перемещение вниз по склону снега, льда и обломков горных пород → внезапная вертикальная нагрузка на трубопровод и увеличение глубины захоронения (прокладки), возможны повреждения траншеи и возможны обнажения трубопровода.

Сейсмичность:

– *сбросовое смещение (поперечный сброс)*: смещение вдоль существующего сдвига → сдвиговая деформация, нагрузка на трубопровод в зоне влияния сдвига.

– *динамическое разжижение*: внезапная потеря прочности и/или перемещение почвы подвергшейся к динамическому воздействию → латеральное раздвижение грунта в зоне траншеи, подъем трубы (плаучесть), или оседание трубы вызывающее деформацию изгиба и/или обнажение.

– *динамические колебания грунта*: колебания грунта как следствие сейсмической нагрузки → динамическая нагрузка трубы.

Гидротехническое воздействие:

– *вертикальный размыв*: вертикальная водная эрозия материала выше трубы через существующие каналы → отделение покрытия трубы или обнажение трубы.

– *канал (русло) миграции*: миграция канала (боковой размыв) в пойме(или при плоскостном смыве) вызывающая почвенную эрозию над трубопроводом выше глубины захоронения трубы → уменьшение покрытия или обнажение трубы, возможные открытые участки и деформации трубы.

– *плаучесть (подъем трубы)*: небольшая масса почвы (грунта) и поднимающийся уровень грунтовых вод нарушают устойчивость трубопровода, что обуславливает подъем трубы → потенциальное обнажение трубы, изгиб вследствие подъемного смещения части трубы при наличии незатронутого участка трубы.

– *речной дренаж*: прорезание (образование глубоких выемок) вызывающее быстрый дренаж воды и соответствующую эрозию вдоль пути дренажа пересекающей траншею → потенциальное обнажение трубы и/или открытые участки, деформации трубы под действием попадаемых обломков крупных обломков.

– *затопление прибрежных районов и паводки*: изменения уровня моря в низко залегающих прибрежных участках или уровня воды во внутренних водоёмах → обводнение (затопление) траншеи, воздействие плавучести на трубу, возможна эрозия вследствие воздействия волн.

Эрозия:

– *эрозия засыпки*: водный перенос засыпки траншеи и связанная с этим потеря устойчивости трубы → изгиб трубы/обнажение обусловленное подъёмным перемещением трубы, потери прочности и усталость материала трубы.

– *эрозия земельного отвода*: водный перенос частиц почвы (грунта) вдоль земельного отвода → потеря почвенного покрова на земельном отводе, возможно заиление (отложение наносов).

– *подповерхностная (приповерхностная, подпочвенная) эрозия*: водная транспортировка подповерхностного материала потоками грунтовых вод → потеря опоры под трубой, возможно развитие пустот, возможно заиление (отложение наносов).

Геохимическое воздействие:

– *дренаж химически активных вод*: воздействие на трубу химически активными водами → окисление.

– *карстовые провалы*: оседание грунта вследствие развития карстовых воронок (провалы активного карста или палеокарста) ниже трубы → возможность обнажения трубы и появления открытых участков в зависимости от размеров и глубины провалов.

– *засоленность почвы / подстилающих пород*: воздействие на трубу соленными грунтовыми водами → окисление.

Замораживание не мёрзлых грунтов:

– *морозное вспучивание (вокруг трубы)*: подъём трубы в области развития мёрзлых поднятий в не мёрзлых участках → деформация трубы, вызванная противодействием изгибу / поднятию в области замороженной почвы.

– *морозное вспучивание (засыпки траншеи)*: вспучивание поверхности выше засыпки вследствие заморозки грунта → нарушение поверхности дренажа вдоль траншеи вследствие вспучивания засыпки.

– *проявление мёрзлых утолщений (пересечённой местности)*: уменьшение водопроницаемости почвы вследствие замерзания → нарушение поверхности дренажа снизу и сверху трубо-

провода, возможно увеличение порового давления и образование наледи на боковых склонах с разгрузкой грунтовых вод.

– *проявление мёрзлых утолщений (водных пересечений)*: уменьшение водопроницаемости почвы и вздымание грунта вследствие замерзания, сужение водных путей → нарушение русла и условий обитания рыб или миграции рыб.

– *ледяное внедрение*: поднятие грунта в вследствие увеличенного давления под замёрзшими слоем в условиях нарушения подповерхностного дренажа на секущих склонах → увеличение порового давления и возможная эрозия связанная с высвобождением удерживаемой воды или таяния ледяного нароста трубопровода.

– *растрескивание ледяного клина*: внезапное пространственное растрескивание ледяного клина в условиях промёрзшего грунта → образование пространственного ограниченного напряжения смещения / растяжения в трубе, и связанные с этим сдвиговые напряжения вблизи растрескивания ледяного клина.

Таяние многолетнемерзлых грунтов:

– *оседание (трубы)*: дифференцированное (разноглубинное) оседание трубы вследствие таяния многолетнемерзлых пород → деформация трубы вследствие изгибов в области разноглубинной осадки.

– *таяние (оседание) засыпки траншеи*: потеря покрытия трубы и прочности грунта вследствие таяния основания → появление условий для эрозии в погруженной части засыпки траншеи, обнажение трубы и / или смещение трубы.

– *таяние (оседание) земельного отвода*: оседание вдоль траншеи вследствие таяния многолетнемерзлых пород → нарушение поверхности дренажа через траншею вследствие оседания грунта.

– *таяние ледяного расширения у подножия склонов*: быстрое таяние льда на склонах → образование порового давления и потеря прочности почвы и как следствие возникновение термальной эрозии, возможны формирования пустот ниже трубы, способствующий фактор для склоновых смещений.

– *термокарст*: таяние массива льда или ледяного клина вызывающее проседания поверхности → нарушение поверхности дренажа через траншею вследствие проседания, также возможно проявления плавучести.

Специфические почвы (грунты, образования):

– *вдавливание валунами / крупной галькой*: взаимодействие трубы с валунами / галькой и более мелкими обломками пород в нижней части засыпки траншеи → точечная нагрузка / вмятины трубы.

– *статическое разжижение*: провалы в лёссовых образованиях грунта вследствие поверхностной нагрузки или эффектов грунтовых вод → нарушение траншеи, возникновение условий для обнажения трубы.

– *податливые и элювиальные грунты*: возмущение податливых или элювиальных грунтов в процессе прокладки трубопровода или других конструктивных решений → быстрая потеря прочности грунта вызывающее текучесть или неустойчивость грунта в пределах траншеи, что может привести к деформациям трубы вследствие латеральной нагрузки, повышения глубины или потери опоры.

Представленный выше перечень геопасных факторов не претендует на какую-либо классификацию, и сформирован по типу фактора воздействия на основе мирового опыта практических исследований (Mones Rizkalla et al., 2007) для понимания механизма негативного воздействия на линейную инфраструктуру трубопроводов.

Заключение. Таким образом, перечень геологических процессов способных негативно влиять на трубопроводы несколько больше представленных в своде правил, действующих при производстве инженерных изысканий на территории Российской Федерации (СП 11-105-97), при выявлении (изучении) геопасных явлений и разработке сетей мониторинга необходимо учитывать и факторы, не вошедшие в нормативную документацию. В то же время при составлении перечня геопасных явлений обусловленных экзогенными ОПП и определении количественных критериев их оценки необходимо учитывать особенности региональных условий (Пендин, 2009).

Литература

Королёв В.А. 2007. Мониторинг геологических, литологических и экологических систем. М.: КДУ. С. 67; 245–248.

Осипов В.И. 2001. Природные катастрофы на рубеже 20 века // Вестник РАН Т.71. № 4. С. 291–302.

Пендин В.В. 2009. Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии. М.: КДУ. С. 33–53.

СНиП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуальная редакция СНиП 22-02-2003.

СНиП 22-02-2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения.

СНиП 2.06.15-85. Инженерная защита территорий от затопления.

СП 11-105-97. Части I–V. Инженерно-геологические изыскания для строительства.

Mones Rizkalla, Rodney S.Read. 2007. The assessment and management of pipeline geohazards.. Rio Pipeline Conference & Exposition, Annals.