подземных сооружений (заглубленных тоннелей, камер ГЭС, трубопроводов, крепи горных выработок и т.д.) в сейсмических районах.

1. Dowding, C.H., Rozen, A., 1978. Damage to rock tunnels from earthquake shaking. J. Geotech. Eng. Div., ASCE 104 (GT2), 175-191.
2. Power, M., Rosidi, D., Kaneshiro, J., 1998. Seismic vulnerability of tunnels-revisited. In: Ozedimir, L., (Ed.). Proceedings of the North American Tunneling Conference. Elsevier, Long Beach, CA, USA.
3. Sharma, S., Judd, W.R., 1991. Underground opening damage from earthquakes. Eng. Geol. 30, 263-276.
4. Еременко А. А., Серяков В. М. и Еременко В. А. Технологические основы безопасной разработки железорудных месторождений в сейсмоактивном Алтае-Саянском горном районе // Горный журнал. - 2006 г. - №10. - стр. 94-97.
5. Ковалев О. В., Тхориков И. Ю., Мозер С. П. Горногеомеханические проблемы высоконадежного захоронения токсичных отходов в зонах повышенной сейсмоактивности // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2006 г. - №4. - стр. 194-197.
6. Руппенейт К. В. Деформируемость массивов трещиноватых горных пород. - Москва : Недра, 1975. - 223 с..
7. Саммал А. С., Фотиева Н. Н., Деев П. В. Оценка устойчивости пород вокруг горных выработок при тектонических и сейсмических воздействиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2003 г. - №5. - стр. 186-189.
8. Фотиева Н. Н., Козлов А. Н. Расчет крепи параллельных выработок в сейсмических районах. - Москва : Недра, 1992. - 231 с.
9. Фотиева Н. Н., Шелепов Н. В. Расчет обделок тоннелей мелкого заложения на сейсмические воздействия // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2000 г. - №3. - стр. 26-30.

Мартюченко И. Г., Бекеров В. Э.

Обратная засыпка траншей мерзлым грунтом

*Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.
(Россия, Саратов)*

doi:10.18411/spc-12-05-2019-12

idsp: sciencepublic-12-05-2019-12

Для транспортировки полезных ископаемых от газовых и нефтяных месторождений требуется прокладка к ним трубопроводов. На территории, где среднесуточная температура воздуха и, соответственно, грунта не превышает 0°C практически круглый год, обратная засыпка трубопроводов вызывает некоторые трудности, а именно – после разработки траншеи, производства всех необходимых работ по укладке трубопровода сваленный грунт смерзается, и дальнейшая его отсыпка становится невозможной без предварительной его разработки, так как недостаточно измельченный грунт может повредить изоляцию трубы или же вообще саму трубу.

Основной способ по обратной засыпке траншей при высокой степени промерзания грунта изложен в «СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87». Данный свод правил накладывает множество ограничений на осуществление обратной засыпки мерзлым грунтом, в частности [1]:

1) Содержание мерзлых комьев не должно превышать 20-30% от общей массы засыпаемого грунта;

2) Размер твердых включений (в данном случае речь именно о мерзлых комьях) не должен превышать 2/3 не должен превышать 2/3 толщины уплотненного слоя, но не более 15 см для грунтовых подушек и 30 см для прочих насыпей и обратных засыпок;

Также при проведении работ по обратной засыпке трубопроводов недопустимым является повреждение трубы или изоляции.

Имеющееся на сегодняшний день оборудование не может соответствовать требованиям, указанным в пособии [1].

Из всего вышеописанного следует вывод о том, что на сегодняшний день требуется оборудование для обратной засыпки траншей мерзлым грунтом, которое монтировалось бы на базовую машину, основной функцией предполагаемого

оборудования должны являться операции по одновременной разработке, измельчению мерзлого (смерзшегося) грунта, с последующей его отсыпкой в траншею..

Рассмотрим наиболее подходящие способы разработки (а также обеспечивающие ее, снижающие трудоемкость данного процесса) грунта.

Предохранение от промерзания (или уменьшение глубины промерзания) не представляется возможным при проведении работ в условиях вечной мерзлоты [2]. Применение мощных машин для разработки мерзлого грунта сдерживает возможность намерзания грунта на рабочее оборудование, а также отсутствие возможности получения необходимой фракции грунта [2]. Оттаивание грунта является очень эффективной операцией, но наиболее дорогостоящей из всех известных, его применение обусловлено только тогда, когда применение других способов невозможно [2]. Разработка мерзлого грунта взрывом неуместно в случае с обратными засыпками, так как при данном способе отсутствует возможность контроля получаемой фракции грунта, вдобавок этот способ является небезопасным. Ударный способ является наименее трудозатратным и наиболее эффективным методом разработки грунта, но его внедрение в работы по обратной засыпке траншей мерзлым грунтом также сдерживается отсутствием возможности получить требуемой мелкокусовой фракции грунта [2].

Среди известных способов разработки мерзлого грунта следует выделить способ, включающий в себя непосредственное его рыхление - разрушение массива грунта с помощью механического воздействия. Преимуществом данного способа является то, что посредством рыхления можно добиться необходимой крупности кусков грунта, которые не смогут повредить изоляцию труб. Данный способ также не лишен недостатков, описанных выше, в частности, отсутствует возможность непосредственной отсыпки разработанного грунта в траншею без привлечения дополнительных машин. [2].

Среди рабочего оборудования для рыхления особого внимания заслуживают роторные фрезы, навешиваемые на экскаватор. Особое преимущество их заключается в том, что они эффективны при работе с мерзлыми грунтами. Данные фрезы буквально "вгрызаются" в грунт, размельчая его [3].

К сожалению, данные фрезы имеют возможность только измельчать, но не перемещать грунт в продольном направлении относительно фрезы, то есть проблема обратной засыпки траншей мерзлым грунтом не решена.

Оборудование для обратной засыпки траншей мерзлым грунтом должно отвечать следующим требованиям:

- 1) Возможность получения фракции грунта, соответствующей СП 45.13330.2012.
- 2) Возможность отсыпки мерзлого грунта в траншею одновременно с ее рыхлением.
- 3) Непрерывность процесса отсыпки грунта.
- 4) Монтаж оборудования должен осуществляться на бульдозер – наиболее часто используемой машиной для осуществления обратной засыпки траншей.

Реализация данных требований позволит повысить эффективность работ по укладке трубопроводов в зимнее время, а также в условиях вечной мерзлоты.

1. СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87.
2. Телешев В.И. и др. Производство гидротехнических работ. Часть 1. Учебник для вузов/ Телешев В. И., Ватин Н. И., Марчук А. Н. и др. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 430 с.
3. Роторные проходческие фрезы SIMEX TF для экскаваторов и экскаваторов-погрузчиков. [Электронный ресурс]: <http://simex-rus.ru/simex-tf-потоные-проходческие-разрыхление-мерзлого-грунта-разбор-скальной-горной-породы-тоннельные-работы.html>