

Моделирование инженерно-геологических условий и режимно-технологических параметров с применением программных комплексов – перспективы развития бестраншейных технологий

А. А. ВИНДА – начальник отдела скважин и тоннелей ООО «Глобал Марин Дизайн»

Одна из особенностей прокладки трубопроводов методом горизонтального направленного бурения (ГНБ) – это отсутствие типового проекта. Для каждого перехода свои инженерно-геологические условия, свой пакет технологических и конструктивных решений.

За более чем 20-летнюю историю технологии ГНБ – на территории Российской Федерации – создано 5 документов исключительно по технологии ГНБ и более десятка нормативных документов с упоминанием технологии ГНБ. Проекты проходят различные экспертизы и методологическая схема достаточно прозрачна и понятна (рис. 1, вариант А) – ПРОИЗВОДСТВО не выходит за рамки ПРОЕКТА, ПРОЕКТ в свою очередь полностью соответствует требованиям НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.

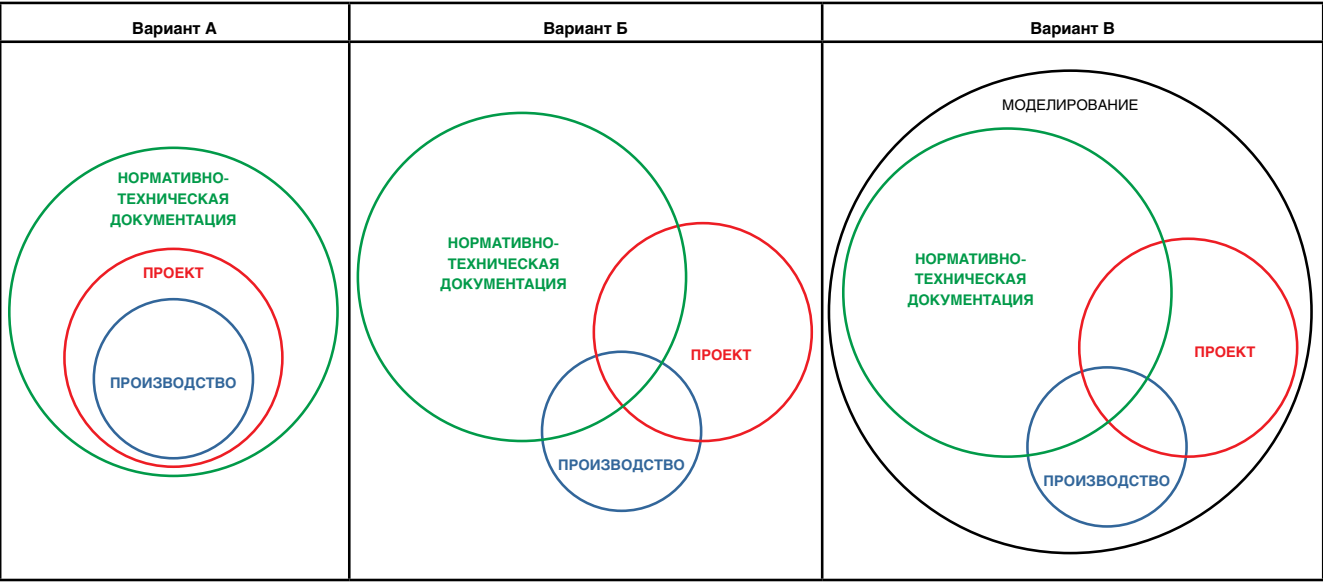


Рис. 1. Методологическая схема ГНБ

Однако в действительности технические и экологические риски ГНБ на сегодня остаются достаточно высокими – поглощения, грифоны, потеря устойчивости стенок скважины, не квалифицированный выбор инструмента, удорожание работ, увеличение сроков строительства и т.д. Тогда методологическая схема приобретает вид (рис. 1, вариант Б), когда НТД, ПРОЕКТ и ПРОИЗВОДСТВО лишь частично пересекаются, а в большей части вообще по принимаемым решениям не взаимодействуют между собой. Вот в этом случае и появляются отклонения от проекта, требующие длительных и не всегда обоснованных согласований. В конечном итоге после выполнения работ получается, что проектная документация одна, а исполнительная другая. В чью пользу разница? Не понятно.

Рассмотрим некоторые аспекты этого вопроса и попытаемся сделать определенные выводы. Например, в проекте указывается: при бурении пилотной скважины вероятны поглощения. Буровой подрядчик высказывается: «...в грунтах низкой прочности не принципиально – будет поглощение на отметке 100 м или на отметке 200 м». Но вопрос не в том – часом позже или часом раньше произойдет поглощение, хотя и это важно, позволит ли рельеф местности выполнить локализацию грифона. Вопрос ведь еще и в другом, если мы получаем гидроразрыв, то повторное раскрытие трещин для отдельных грунтов происходит при давлении в три раза меньше давления гидроразрыва. А это значит, что при расширении прогнозируется поглощение, отсутствие выноса выбуренной породы, дополнительный расход бентонита, снижение устойчивости стенок скважины, удорожание работ, увеличение технических и экологических рисков. Из этого вытекает следующий вопрос – настолько ли у нас совершенна нормативно-техническая документация, чтобы по сути обоснованно закладывать в проект перерасход материалов или удорожание работ? Или мы очень богатые, или у нас отсутствует опыт применения пенных систем, разгрузочных коллекторов, систем улучшенной очистки шарошечных узлов, работ по одно-площадочной схеме и др.? А ведь это все на территории Российской Федерации применялось и было...

Вместе с тем погрешность изыскательских работ, определяемых нормативным интервалом исследовательских скважин через 100 м не прибавляет уверенности подрядчику. И за частую по этой причине приходится корректировать проект. Так какой же выход из сложившейся ситуации?

Может изменить методологический инструментарий и дополнить связку НТД-ПРОЕКТ-ПРОИЗВОДСТВО (рис. 1, вариант В) программным комплексом моделирования горизонтального направленного бурения, который охватит и решит эту проблематику?

Как сработает программный комплекс?

Программный комплекс показывает (рис. 2) – до отметки 200 м (поз. 1) прогнозируется поглощение (поз. 2, ячейка выделена желтым цветом) при внутрискважинном давлении 0,308 МПа.

Моделирование позволяет увеличить диаметр скважины (поз. 4), уменьшить диаметр бурильной колонны (поз. 3), снизить плотность раствора (поз. 5) или ДНС (поз. 6). Не может подрядчик увеличить кольцевой зазор, не может обеспечить и работу с пенными системами, но зато можно уменьшить ДНС промывочной жидкости (с 7,2 до 2,4 Па) и дойти до нижней точки траектории без гидроразрыва (рис. 3). Обратите внимание на отсутствие избыточного давления в скважине (поз. 2) – внутрискважинное давление (0,241 МПа) меньше давления гидроразрыва (0,262 МПа).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ HDD-VBA ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Диаметр трубопровода, м	0,7200	Разница отметок по входу, м	20	Координаты	Точка №1	Точка №2	Точка №3	Точка №4
Толщина стенки, м	0,0130	Разница отметок по выходу, м	20	X	0	059,2	194,1	294,1
Угол входа, град	9	Длина вставки, м	100	Y	020,0	010,6	0	0
Угол выхода, град	6	Допускаемая разница отметок	169,785	Текущая длина скважины, м	50	150	200	
Длина наклонного входа, м	059,9	Интенсивность, град./10м	000,66	БЛОК №4	РАСЧЕТ ДАННЫХ ПО ТЕК			
Длина 1-го криволинейного, м	135,6	Радиус упругого изгиба, м	864,00	Дистанция, м	049,4	148,3	0198,76	
Длина горизонтального, м	100,0	Длина скважины, м	532,2	Глубина от точки входа, м	807,8	018,8	0020,00	
Длина 2-го криволинейного, м	090,4	Вес трубопровода, кН	1205,6	Уровень грунтовых вод, м	1	1	1	
Длина наклонного выхода, м	146,2	Установка ГНБ	Установка 1000 кН	Коэффициент расхода	Песч.	Глин.	Глин.	
БЛОК №1				БЛОК №5				
ТРАЕКТОРИЯ ПЕРЕХОДА				РАСЧЕТ ДАННЫХ ПО ТЕК				
Диаметр наружный, м	0,16830	Диаметр скважины, м	0,24450	Прочность на растяжение, МПа	0,01	0,03	0,09	
Толщина стенки, м	0,00919	Марка стали	S-135	Прочность на сжатие, МПа	0,03	0,09	0,26	
Крутящий момент, Нм	50000	Предел текучести, МПа	665	Плотность массива, Н/м3	18000	20000	20000	
Усилие сдвига, Н	300000	Вес трубы в растворе, Н/м	343,94	Геостатика грунта (γ1), МПа	00,1080	00,2400	00,200	
Сдвиговая устойчивости, Н	308642,32	Тяговая устойчивость, Н	0	Скважинное давление (γ3), МПа	00,098	00,262	00,308	
Изгибные, МПа	20,45	Нормальные, МПа	65,34	Давление гидроразрыва, МПа	00,084	00,237	00,262	
Касательные, МПа	144,31	Суммарное напряжение, МПа	301,10	БЛОК №6				
БЛОК №2				БЛОК №5				
БУРИЛЬНАЯ КОЛОННА				РАСЧЕТ ДАННЫХ ПО ТЕК				
Высота зубьев, м	0,010	Размер частиц, мм	03,00	Нормальные напряжения, МПа	0,088	0,207	0,231	
Диаметр расширения, м	1,08	Коэффициент каверн	1,5	Предельные напряжения, МПа	0,020	0,059	0,127	
Объем скважины, м3	487,27	Плотность породы, Н/м3	20000	Касательные напряжения, МПа	0,002	-0,007	-0,031	
Объем шлама, м3	584,72	Плотность раствора, Н/м3	10400	БЛОК №6				
Объем глинистого раствора, м3	1477,49	СНС 1, Па	02,4	Усилие сдвига колонны, кН	010,7	836,136	042,752	
Масса глинопорошка, тн	190,97	СНС 10, Па	04,8	Нагрузка на долото, кН	0,08	0,24	0,68	
Смазка, 1л/1м3, кг	1477	ДНС, Па	07,20	Усилие сдвига на бурение, кН	010,081	036,254	042,742	
				Нагрузка на расширитель, кН	0,32	0,97	2,79	

Рис. 2. Фрагмент пользовательского приложения в случае поглощения



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ HDD-VBA ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Диаметр трубопровода, м	0,7200	Разница отметок по входу, м	20	Координаты	Точка №1	Точка №2	Точка №3	Точка №4
Толщина стенки, м	0,0130	Разница отметок по выходу, м	20	X	0	059,2	194,1	29,1
Угол входа, град	9	Длина вставки, м	100	Y	020,0	010,6	0	0
Угол выхода, град	6	Допускаемая разница отметок	169,785	Текущая длина скважины, м	50	150	200	
Длина наклонного входа, м	059,9	Интенсивность, град./10м	000,66	БЛОК №4	ТЕКУЩИЕ КООР.			
Длина 1-го криволинейного, м	135,6	Радиус упругого изгиба, м	864,00	Дистанция, м	049,4	148,3	0198,76	
Длина горизонтального, м	100,0	Длина скважины, м	532,2	Глубина от точки входа, м	807,8	018,8	0020,00	
Длина 2-го криволинейного, м	090,4	Вес трубопровода, кН	1205,6	Уровень грунтовых вод, м	1	1	1	
Длина наклонного выхода, м	146,2	Установка ГНБ	Установка 1000 кН	Коэффициент расхода	Песч.	Глин.	Глин.	
БЛОК №1				БЛОК №5				
ТРАЕКТОРИЯ ПЕРЕХОДА				ТЕКУЩИЕ КООР.				
Диаметр наружный, м	0,16830	Диаметр скважины, м	0,24450	Прочность на растяжение, МПа	0,01	0,03	0,09	
Толщина стенки, м	0,00919	Марка стали	S-135	Прочность на сжатие, МПа	0,03	0,09	0,26	
Крутящий момент, Нм	50000	Предел текучести, МПа	665	Плотность массива, Н/м3	18000	20000	20000	
Усилие сдвига, Н	300000	Вес трубы в растворе, Н/м	343,94	Геостатика грунта (Y1), МПа	00,1080	00,2400	00,200	
Сдвиговая устойчивость, Н	308642,32	Тяговая устойчивость, Н	0	Скважинное давление (Y3), МПа	00,081	00,212	00,241	
Изгибные, МПа	20,45	Нормальные, МПа	65,34	Давление гидроразрыва, МПа	00,084	00,237	00,262	
Касательные, МПа	144,31	Суммарное напряжение, МПа	301,10	БЛОК №6				
БЛОК №2				БЛОК №3				
БУРИЛЬНАЯ КОЛОННА				ТЕКУЩИЕ КООР.				
Высота зубьев, м	0,010	Размер частиц, мм	01,00	Нормальные напряжения, МПа	0,095	0,226	0,221	
Диаметр расширения, м	1,08	Коэффициент каверн	1,5	Предельные напряжения, МПа	0,020	0,059	0,126	
Объем скважины, м3	487,27	Плотность породы, Н/м3	20000	Касательные напряжения, МПа	0,013	0,014	-0,021	
Объем шлама, м3	584,72	Плотность раствора, Н/м3	10400	БЛОК №4				
Объем глинистого раствора, м3	1163,34	СНС 1, Па	00,8	Усилие сдвига колонны, кН	010,9	836,511	043,470	
Масса глинопопорошка, тн	154,37	СНС 10, Па	01,6	Нагрузка на долото, кН	0,09	0,27	0,78	
Смазка, 1л/1м3, кг	1163	ДНС, Па	02,40	Усилие сдвига на бурение, кН	010,091	036,288	043,841	
				Нагрузка на расширитель, кН	0,32	0,97	2,79	

Рис. 3. Фрагмент пользовательского приложения в случае отсутствия поглощения

Далее на горизонтальном участке (отметка 200 м) обустроить разгрузочный коллектор с погружным насосом и продолжить бурение скважины с отбором раствора и запасом по давлению.

Программный комплекс ГНБ позволит подрядчику, проектировщику, заказчику, представителям inspectирующих организаций своевременно прогнозировать, моделировать, выполнять оценку инженерно-геологических условий, предупреждать экологические и технические риски, выполнять экспресс-проекты за 10–15 мин. на стадиях предпроектных разработок и ТЭО. Он может быть востребован в полевом проектировании, на участках согласовательных работ, селекторных совещаниях, семинарах, презентациях, симпозиумах, выставках.

Что должен представлять из себя программный комплекс моделирования? Это взаимосвязанные между собой – блок построения траектории и 20 расчетных модулей, размещенных на видовом экране или выполненных в одном пользовательском приложении.

А теперь давайте вернемся к прошлому – к истокам ГНБ 20-летней давности. В ту пору многие были озабочены перспективами передовых технологий «дикого запада». Появилось множество заказов, появились рабочие места. Аргумент – практически все переходы делаются методом ГНБ, работает и сегодня. Вопрос: как делаются?

Долгосрочные перспективы стали оборачиваться огромными затратами. Связи с чем у заказчика обозначился «status quo» – высокие технические и экологические риски. Поутих энтузиазм. Исчерпал себя портфель актуальных переходов. Спрос на работы ГНБ упал. Счет выполненных переходов перевалил за тысячу. Казалось бы – переведите количество в качество и все станет на свои места, но почему-то этого не происходит. Общество превращается из потребителя бестраншейных технологий в заложника проблем технологии ГНБ. Не делать ГНБ – отступить перед проблемами и уйти с рынка, т.е. по сути технологию ГНБ оставить не у дел и тем самым, лишиться в некоторых случаях одного из предпочтительных способов строительства переходов. И все равно переходы, уже выполненные методом ГНБ будут работать именно так, как их построили. И конвертировать свою технологию, свой интеллект в общество. Кризисная ситуация в большей степени требует конструктивных решений, именно в части решения острых и проблемных вопросов. Актуальные вопросы замещения импортной технологии и продукции сегодня очень тесно переплетаются с сокращением и образованием рабочих мест, по вновь созданным направлениям в производстве, что и определяет дополнительные возможности для развития бестраншейных технологий на качественно новом уровне. ●