

Данные об авторе:

Нгуен Тхи Тхуй Ньунг, студентка кафедры комплексного использования водных ресурсов и гидравлики
e-mail: thuynhung20996@gmail.com

*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева
ул. Тимирязевская, 49, 127550, Москва, Россия*

Data about the author:

Nguyen Thi Thuy Nhung, student of the Department of integrated water resources management and hydraulics
*Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy
st. Timiryazevskaya 49, 127550, Moscow, Russia*

Рецензент:

Снежко Вера Леонидовна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой информационных технологий в АПК РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

DOI: <https://doi.org/10.26897/2618-8732-2020-19-80-85>

УДК 626.1

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ В НЕФТЕГАЗОВОЙ СФЕРЕ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Федоров В.М., Федорян А.В., Лещенко А.В.

В статье изложены вопросы организации и управления в нефтегазовом комплексе, приведены особенности работ при строительстве нефтегазовых скважин, предусматривающие и сооружение буровых шламонакопителей, указаны недостатки шламонакопителей, приводящие к загрязнению окружающей среды, предложено использование укатанных бетонов для экологической безопасности объекта повышенного риска.

Ключевые слова: организация, управление строительством, нефтегазовые скважины, буровые шламонакопители, буровые отходы, экранирование, защита стенок и дна, укатанные бетоны, матрица планирования, факторы, математическая модель, относительная прочность

ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION IN THE OIL AND GAS SPHERE WITH RESPONSIBLE ENVIRONMENTAL SAFETY

Fedorov V.M, Fedoryan A.V., Leshchenko A.V.

The article outlines the issues of organization and management in the oil and gas complex, describes the features of work during the construction of oil and gas wells, including the construction of drilling sludge accumulators, indicates the disadvantages of sludge collectors, leading to environmental pollution, suggests the use of rolled concrete for the environmental safety of an object of increased risk.

Keywords: organization, construction management, oil and gas wells, drill sludge ponds, drilling waste, shielding, wall and bottom protection, rolled concrete, planning matrix, factors, mathematical model, relative strength

Проводимые сегодня в России экономические преобразования требуют перехода к современной методологии организации и управления строительством, освоения соответствующих методов и средств, используемых в странах с традиционной рыночной экономикой.

В настоящее время методы организации и управления проектами позволяют [1]:

- определить цели проекта строительства и провести его обоснование;
- выявить структуру проекта строительства;
- определить необходимые объемы и источники финансирования;
- подобрать исполнителей, используя торги и конкурсы;
- подготовить и заключить контракты;
- определить сроки выполнения проекта строительства, составить график его реализации, рассчитать необходимые ресурсы;

- составить смету и бюджет проекта строительства;
- планировать и учитывать риски;
- обеспечить экологическую безопасность строительства;
- организовать реализацию проекта, в том числе подобрать команду руководителей разных уровней и исполнителей проекта строительства;
- обеспечить эффективный контроль и регулирование, а также управление изменениями, неизбежными в ходе реализации проекта, организовать эффективное завершение проекта строительства.

Организационно-технологическая модель строительства объекта в нефтегазовом комплексе в упрощенном виде приведена на рисунке 1.

Для расчета модель (сетевая) вычерчивается без наименования работ, показываются кружки и стрелки. Кружки делятся на 4 сектора. Верхние сектора заполняются номерами событий, каждая работа показывается стрелкой, над стрелкой указывается продолжительность выполнения работы, и др. Так, подготовительные работы обозначаются 1-2, строительство нефтегазовых скважин и буровых шламонакопителей 2-3, строительство объектов сбора и транспорта продукции нефтегазовых скважин 3-4, 4-5, 5-6, и т.д.

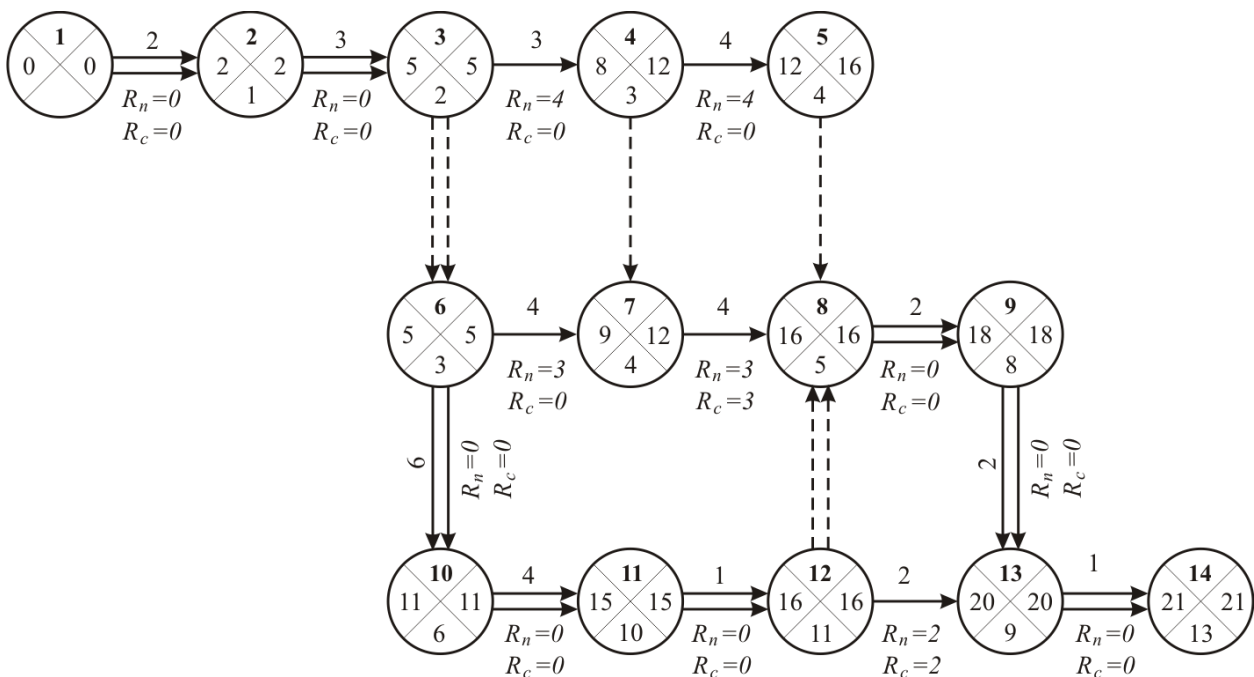


Рисунок 1 – Сетевая модель к расчету

Экологической безопасности работ в нефтегазовой сфере придают сегодня особое значение, поскольку здесь затрагиваются интересы коренного населения, территорий традиционного природопользования, окружающей среды и природных ресурсов.

Ведение буровых работ является важнейшим этапом процесса разработки участка месторождений природных углеводородов. С учетом экологической уязвимости природы, наличия территорий традиционного природопользования и особо охраняемых территорий, поиск путей оптимизации экологической безопасности работ, проводимых на нефтегазовых месторождениях, является важной задачей, решаемой с учетом охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Строительство нефтегазовых скважин предусматривает и сооружение буровых шламонакопителей. Обусловлено это образованием значительного объема отходов бурения, которые и направляют в шламонакопители, сооружаемые непосредственно на территории буровой площадки и предназначенные для их (отходов) накопления и хранения.

При строительстве скважин и ведении горных работ на поверхности из ствола скважины выносятся буровые отходы, состоящие из отработанного бурового раствора (ОБР), бурового шлама (БШ) и буровых сточных вод (БСВ).

ОБР – это раствор, используемый в технологическом процессе и непригодный для бурения скважины в дальнейшем, а также буровой раствор и пластовый флюид, выброшенные при появлении скважины на дневной поверхности.

БШ – смесь выбуренной породы с буровым раствором, причем эта смесь поступает в сборник отходов (шламонакопитель) после предварительной очистки в циркуляционной системе очистного оборудования. Выбуренная порода, представляющая собой основную часть объема БШ, по своему минеральному составу нетоксична, но диспергируясь в обработанном химическими реагентами буровом растворе, её частицы адсорбируют на своей поверхности токсичные компоненты, которые в результате становятся опасными для окружающей среды.

БСВ – нарабатываются в процессе бурения скважины, эксплуатации и ремонта оборудования и представляют собой буровой раствор, разбавленный технической водой и атмосферными осадками, попадающими в чашу шламонакопителя.

Для поддержания требуемых показателей качества бурового раствора осуществляют его разбавление. Ограниченные объемы резервуаров (емкостей), предназначенных для сбора жидких отходов бурения, вынуждают сбрасывать часть бурового раствора в шламонакопитель, в результате чего происходит загрязнение окружающей среды, включая почву, грунтовые и поверхностные воды, за счет проникновения жидких источников загрязнения через стенки и дно шламонакопителя, особенно при их низкой противифльтрационной эффективности.

Загрязняющая способность отходов бурения обусловлена, в том числе, и токсичностью химических реагентов, применяемых для обработки бурового раствора, который подается на забой скважины и выбуренную породу, находящуюся на поверхности. В результате промывки очистных устройств и разбавления остатков бурового раствора технической водой, образуются буровые сточные воды (БСВ), которые вместе с твердой фракцией бурового шлама размещают в шламонакопителях. Жидкие отходы бурения и нефтедобычи являются источниками загрязнения окружающей среды.

Предлагается, для предотвращения проникновения жидких источников загрязнения в почву, поверхностные и грунтовые воды, стенки и дно шламонакопителей экранировать (защитить) укатанным бетоном (рисунок 2).

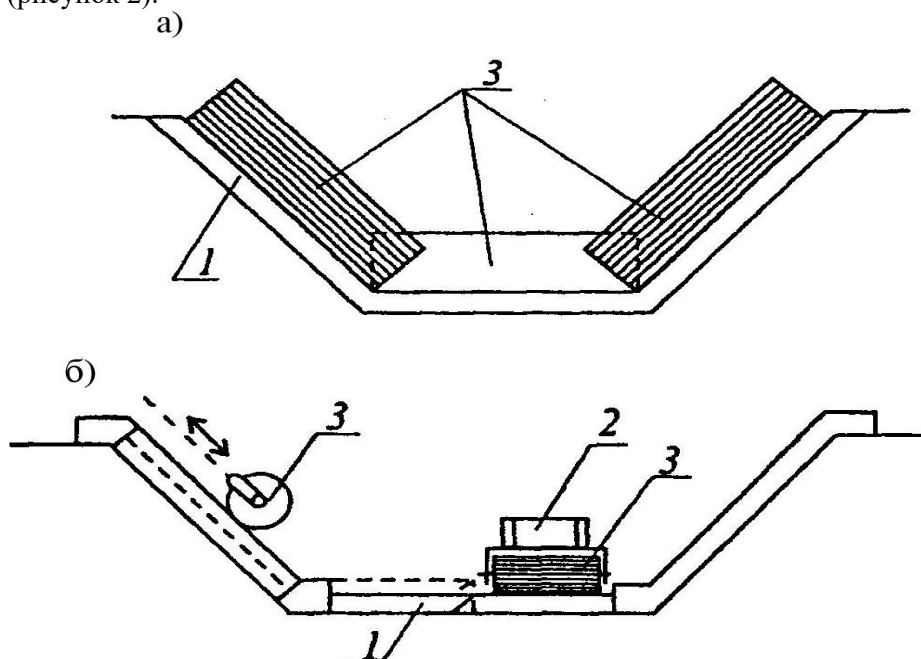


Рисунок 2 – Защита стенок и дна шламонакопителя укатанным бетоном

а) экранирование малой емкости; б) экранирование крупного объекта

1 – слой укатанного бетона на дне шламонакопителя; 2 – каток для уплотнения бетонной смеси; 3 – уплотняющий (укатывающий) валец

Сегодня, специалистами США, Японии, Китая и ряда европейских государств, при реконструкции и возведении такого рода объектов широко используют технологию работ, основанную на применении укатанных бетонов, полученных при укладке и уплотнении особо жестких бетонных смесей. Наряду с высоким уровнем экономичности данных технологий (экономия цемента на 1 куб. м бетона достигает 200 кг и более), сокращается срок ввода объекта в эксплуатацию, обеспечивается снижение трудо- и энергозатрат, существенно уменьшаются капитальные вложения [2,3].

Ниже, показана принципиальная возможность получения укатанного бетона с прочностными показателями не ниже, чем прочность обычного (вибрированного) бетона (100 %, М 300, В25). Пре-

дела варьирования количества цемента и доли песка в смеси заполнителя в процессе исследований были назначены с учётом априорной информации [2,3,4] и максимально возможного наполнения вяжущего золой уноса (таблица 1).

Таблица 1

Кодирование и варьирование факторов

Факторы	Код X_i	Основной уровень, X_0 , %	Интервал варьирования, ΔX_i	Нижний уровень, «-»	Верхний уровень, «+»
Цемент	X_1	215	40	175	255
Относительное содержание песка	X_2	27	7	20	34

Укатыванием смеси на установке формовали образцы-призмы размером 100×100×500, которые затем распиливали на кубы с ребром 100 мм и испытывали [2,6]. Матрица планирования и результаты эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2

Реализация плана эксперимента

Номер опыта	План		X_1^2	X_2^2	$X_1 \cdot X_2$	Факторы		Прочность в 28 суток, \hat{y}_1 , %
	X_1	X_2				X_1 (Ц)	X_2 (r)	
1	-1	0	1	0	0	175	27	86
2	0	0	0	0	0	215	27	99
3	+1	0	1	0	0	255	27	117
4	-0,5	+0,87	0,25	0,75	-0,43	195	34	92
5	+0,5	+0,87	0,25	0,75	0,43	235	34	105
6	-0,5	-0,87	0,25	0,75	0,43	195	20	90
7	+0,5	-0,87	0,25	0,75	-0,43	235	20	101
$\Sigma x_i y$	43	5,22	300	291	0,86			690

Обработка данных таблицы позволила получить математическую модель вида:

$$\hat{y}_1(R_6, \%) = 99 + 14,3X_1 - 1,74X_2 + 2,5X_1^2 + 3,5X_2^2 - 1,15X_1X_2. \quad (1)$$

Анализ модели произведём после определения её типа и построения геометрического образа. Для этого воспользуемся общей теорией линий и поверхностей второго порядка [5,6], принимая:

$$b_0 - y = a_0, \quad b_{ij} = 2a_{ij}, \quad b_i = 2a_i, \quad b_{ii} = a_{ii}. \quad (2)$$

Определим инварианты кривой второго порядка:

– сумма коэффициентов при квадратичных членах

$$S = a_{11} + a_{22} = 2,5 - 3,5 = -1;$$

– определитель, составленный из коэффициентов при старших членах

$$\delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{12} & a_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2,5 & 0,575 \\ 0,575 & -3,5 \end{vmatrix} = -9,1 < 0;$$

– определитель третьего порядка, составленный из всех коэффициентов

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_1 \\ a_{12} & a_{22} & a_2 \\ a_1 & a_2 & a_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2,5 & 0,575 & 7,15 \\ 0,575 & -3,5 & 0,87 \\ 7,15 & 0,87 & 99 \end{vmatrix} = -716,3 \neq 0.$$

Кривая второго порядка представляет собой гиперболу.

Геометрический образ модели (1) относительной прочности бетона из особо жёсткой бетонной смеси изображён на рисунке 3.

На рисунке наглядно видно, что составы бетона, попавшие в заштрихованную область, имеют прочностные показатели не ниже, чем прочность контрольных (вибрированных) образцов (100 %,

M300, B25). Оптимальными будут составы бетонов с относительным содержанием песка 28-32 % и расходом цемента 217-223 кг/м³.

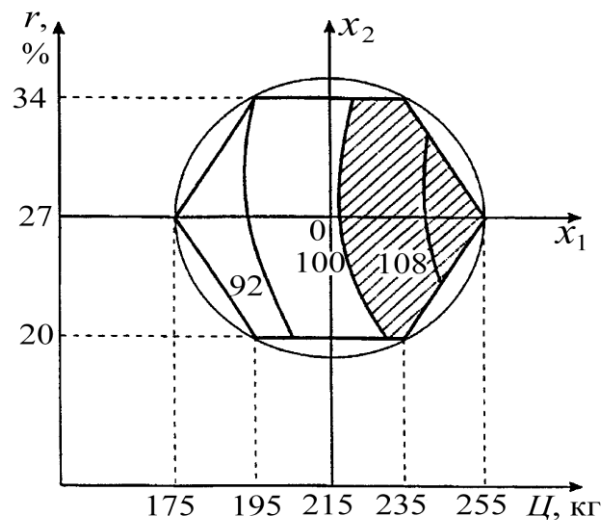


Рисунок 3 – Относительная прочность укатанного бетона

Таким образом, современные методологии организации и управления строительством объектов в нефтегазовом комплексе должны предусматривать ведение работ на всех этапах производственного процесса с учетом экологической безопасности. Применение укатанных бетонов для экранирования стенок и дна шламонакопителей, позволит защитить почву, поверхностные и грунтовые воды территорий традиционного природопользования и особо охраняемых территорий от жидких источников загрязнения окружающей среды при существенной экономии материальных и финансовых ресурсов.

Литература

1. Ревазов А. М. Проектирование, управление и организация строительства объектов магистрального трубопроводного транспорта нефти и газа /А. М. Ревазов. - М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2015. – 246 с.
2. Федоров В. М. Безопасные и надежные сооружения водохозяйственных систем из укатанных бетонов /В. М. Федоров, Е. В. Васильева, Е. А. Яковенко. – Новочеркасск: Лик, 2019. - 166 с.
3. Пат. 2028279. РФ. Способ приготовления бетонной смеси /А. М. Питерский, В. М. Федоров, В. М. Пилипенко, Е. А. Шляхова, А. А. Лисконов. - Оpubл. 30.01.1995. –Бюл. N 4.
4. Федоров В. М. Тонкодисперсные промышленные отходы в гидротехническом бетоне / В. М. Федоров, А. М. Питерский // Изв. вузов. Строительство. – 2011. - N 2, с. 27-30.
5. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В. А. Вознесенский. – М.: Финансы и статистика, 1981. - 262 с.
6. Федоров В. М. Водопроводящие сооружения оросительных систем/ В. М. Федоров. – Ростов н /Д – Новочеркасск: ООО “Темп”. – 2004. – 282 с.

References

1. Revazov A. M. Proyektirovaniye. upravleniye i organizatsiya stroitelstva obyektov magistralnogo tubo-provodnogo transporta nefiti i gaza /A. M. Revazov.- M.: TsentrlitNefteGaz. 2015. – 246 s. 2. Fedorov V. M. Bezopasnyye i nadezhnyye sooruzheniya vodokhozyaystvennykh sistem iz ukatannykh betonov /V. M. Fedorov. E. V. Vasilyeva. E. A. Yakovenko. – Novocherkassk: Lik. 2019. - 166 s. 3. Pat. 2028279. RF. Sposob prigotovleniya betonnoy smesi /A. M. Piterskiy. V. M. Fedorov. V. M. Pili-penko. E. A. Shlyakhova. A. A. Liskonov. - Opubl. 30.01.1995. –Byul. N 4. 4. Fedorov V. M. Tonkodispersnyye promyshlennyye otkhody v gidrotekhnicheskom betone / V. M. Fedorov. A. M. Piterskiy // Izv. Vuzov. Stroitedstvo. – 2011. - N 2. s. 27-30. 5. Voznesenskiy V. A. Statisticheskiye metody planirovaniya eksperimenta v tekhniko-ekonomicheskikh is-sledovaniyakh / V. A. Voznesenskiy. – M.: Finansy i statistika. 1981. - 262 s. 6. Fedorov V. M. Vodoprovodyashchiye sooruzheniya orositelnykh sistem/ V. M. Fedorov. – Rostov n /D – Novocher

Данные об авторах:

Федоров Виктор Матвеевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Техносферная безопасность и нефтегазовое дело» Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А.К. Кортунова Дон-ГАУ

Федорян Алексей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры «Техносферная безопасность и нефтегазовое дело» Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А.К. Кортунова ДонГАУ

e-mail: ffedorjan@rambler.ru

Лещенко Андрей Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность и нефтегазовое дело» Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А.К. Кортунова ДонГАУ

Донской государственный аграрный университет

Новочеркасск, Россия

Data about the authors:

Fedorov Viktor Matveyevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technosphere Safety and Oil and Gas Business, Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A. K. Kortunov, Donskoy GAU

Fedoryan Alexey Valeryevich, candidate of technical Sciences, associate Professor, head of the Department "Technosphere safety and oil and gas business", Novocherkassk engineering and reclamation Institute named after A. K. Kortunov, Donskoy GAU

Leshchenko Andrey Vasilievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere Safety and Oil and Gas Business, Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunov, Donskoy GAU

Donskoy state agrarian university

Novocherkassk, Russia

Рецензент:

Олейник Р.А., профессор кафедры «Водоснабжения и использования водных ресурсов» Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А. К. Кортунова.