

# **ВВЕДЕНИЕ**

●

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ, ОБОРУДОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ СКВАЖИН**

При сооружении эксплуатационных скважин на воду, нефть, газ и другие полезные ископаемые возникают проблемы, важнейшими из которых являются снижение себестоимости добычи, предотвращение экологического загрязнения и нарушения структуры подземных горизонтов, а также наиболее полное и равномерное освоение месторождения.

Снижение себестоимости добычи полезного ископаемого возможно в основном за счет сооружения высокодебитных скважин, наиболее полно использующих потенциал продуктивного пласта.

Существенный резерв снижения себестоимости добычи заключается в минимизации эксплуатационных затрат, которые зависят от наличия в добываемом полезном ископаемом песка и других инородных примесей и энергетических затрат на откачу. Сравнительно незначительное снижение себестоимости в общем балансе достигается минимизацией капитальных затрат на сооружение скважины в основном за счет упрощения конструкции в комбинации с последующим комплексом работ на стадии заканчивания по повышению дебита и предотвращению выноса песка.

Проблема сохранения структуры продуктивного пласта, а следовательно стабильности дебита во времени зависит от успеха мероприятий по предотвращению выноса песка или других обломочных фракций. Кроме этого, вынос песка резко увеличивает расходы на эксплуатацию месторождения.

Загрязнение горизонтов наблюдается в процессе бурения при значительном проникновении фильтрата и реагентов в глубь пласта при поглощении, а также в процессе эксплуатации при соединении горизонтов различного пластового давления, возникно-

вании заколонных перетоков, некачественном цементировании и тампонировании.

Исходя из ранее изложенного и значимости технологических процессов при сооружении скважин по их влиянию на конечный результат в данной книге будут описаны физические основы:

- повышения производительности скважины;
- предотвращения выноса песка;
- надежности изоляции пластов.

Сопоставляя отечественный и зарубежный опыт решения поставленных проблем, становится очевидным, что большинство прогрессивных технических и технологических решений было разработано в России, а затем, в силу несовершенства авторского права, эти решения были подхвачены и развиты на Западе.

Так, в прошлом столетии в 60-х годах Д.Н. Башкатовым были предложены вопросы вскрытия водоносных пластов с промывкой чистой водой при минимальной репрессии на пласт, в 20-х годах инженером М. Капелюшниковым – технология расширения скважины в интервале продуктивного пласта и первые конструкции расширителей, в 50-х годах инженером Ф. Бояринцевым – конструкции проволочных фильтров, в 40-х годах инженером С. Комиссаровым был разработан механизм подбора гравийных обсыпок. Кроме того, технологии гидроразрыва, турбинного бурения и многое другое было разработано и описано в технической литературе у нас задолго до осмысления этих проблем на Западе. Однако, надо отдать должное зарубежному опыту, который позволил довести принципиальные решения до широкого промышленного применения и культуры производства.

Аналогичная ситуация сложилась в отношении оборудования и инструмента, используемого при сооружении скважин различного назначения.

В последнее время в нашей стране с завидной периодичностью поднимается вопрос о низком качестве отечественного оборудования и целесообразности его замены на импортное. Сторонники этой идеи выступают на самых различных уровнях, надеясь таким путем решить проблемы геологической отрасли. Однако у нас достаточно негативного опыта таких решений, с которым целесообразно ознакомить проводников «новых» идей.

До начала 90-х годов прошлого столетия вопрос замены оборудования и инструмента отечественного производства, используемого в геологоразведочном производстве, на аналогичное импортное не поднимался. Это было обусловлено высоким научно-техническим потенциалом, накопленным в отрасли к этому времени. По целому ряду технологических направлений мы превосходили, да и сейчас превосходим мировой уровень. К таким про-

грессивным направлениям следует отнести бурение с гидротранспортом керна, съемными керноприемниками, бурение турбобурами и забойными двигателями, направленное бурение, бурение алмазным и твердосплавным инструментом, технологию отбора керна и проб, методики непрерывного получения геологической информации по беспроводному каналу связи при пенетрационном каротаже и целый ряд других. Объективным показателем высокого уровня бурового оборудования, изготавливаемого в быв. СССР, является то, что оно поставлялось более чем в 50 стран мира. До настоящего времени роторные буровые установки типов БА-15 и УРБ производства Кунгурского машзавода работают в Египте, Иране, Ираке, Тунисе, Марокко, Сирии, Иордании, Арабских Эмиратах и многих других странах. Срок эксплуатации оборудования нередко составляет 10–15 лет и более. Не уменьшается спрос на запасные части к таким установкам, производство которых успешно наладили наши бывшие партнеры по СЭВ, частично захватившие рынки сбыта.

Такой интерес объясняется просто. Наши установки просты, технологичны, неприхотливы. Не требуют специального обслуживания, использования дорогостоящих материалов. Если рассмотреть вопрос технологических параметров бурения и, прежде всего, скорости проходки и рейсовой скорости, то они практически не уступают или уступают весьма незначительно дорогостоящим импортным аналогам, главным образом, не за счет параметров установки, а в силу менее производительного насосного оборудования и отсутствия механизма принудительного усилия на забой. Эти недостатки легко устраняются дополнительной комплектацией насосом НБ-125 на автономном блоке НП-15 и механизмом принудительной подачи, актуальность которого, как и в импортных установках, прослеживается только при малой глубине скважины и соответственно небольшой массе инструмента.

На протяжении многих лет велась и ведется сейчас дискуссия относительно целесообразности комплектации установки ротором или подвижным вращателем. По всей видимости, эта дискуссия не имеет конца, так как каждый из способов имеет свои преимущества, недостатки и рациональные области применения. Сторонникам комплектации установок подвижным вращателем следует обратить внимание на то, что еще задолго до перестройки Щигровским АО «Геомаш» изготавливались установки ПБУ-50 и ПБУ-200 грузоподъемностью до 50 т с подвижным вращателем, используемые в основном при комплектации полевого водоснабжения.

Установки для геологоразведочного бурения типов СКБ и УКБ практически полностью удовлетворяли потребности отрас-

ли и по технико-экономическим показателям превосходили импортные аналоги. У нас впервые были созданы станки с плавно-регулируемым электроприводом постоянного тока, что позволило поднять на новую ступень технологию алмазного бурения. Контрольно-измерительная аппаратура обеспечивала заданные режимы бурения скважин и получение геологической информации.

Выпускаемый в России буровой инструмент и, прежде всего, шарошечные долота, бурильные трубы, твердосплавные и алмазные коронки, удовлетворял потребности не только нашей страны, но и стран – членов СЭВ, Ближнего и Среднего Востока, Северной Африки и ряд других регионов.

Таким образом, к 90-м годам прошлого века в нашей стране и отрасли был накоплен громадный научно-технический потенциал, создан необходимый задел для успешного развития геологоразведочного производства. Следует заметить, что не все прогрессивные идеи были воплощены в металл и давали сиюминутную отдачу. Многие пионерские разработки прекратили свое развитие на стадии НИОКР или испытания опытных образцов по причине недостаточного финансирования, лоббирования отдельными руководителями заведомо устаревших, нереальных или отвлеченных от нужд отрасли направлений и, как следствие, распыления сил и средств.

В 90-х годах прошлого века вследствие резкого снижения либо отсутствия финансирования был отмечен резкий спад производства, характерный для всех без исключения заводов – производителей геологоразведочного оборудования и приборов. Рассмотрим динамику спада производства основных изготовителей буровых станков на примере ОАО «Кунгурский машиностроительный завод» и ОАО «Геомаш», представленную в табл. 1 и 2.

Из представленных данных четко прослеживаются две основных тенденции, характерные для заводов – производителей геологоразведочного оборудования. Первая, показанная на примере ОАО «Кунгурский машиностроительный завод», заключается в переходе заводов-изготовителей на другую номенклатуру продукции, пользующуюся спросом и подтвержденную финансированием. Производство буровых установок типов 1БА-15 и УРБ-ЗАЗ, используемых в геологоразведочном бурении, уменьшилось от 525 в 1990 г. до 5 в 1996 г. Вместе с тем, завод освоил выпуск ремонтных агрегатов для нефтегазодобывающего комплекса, что и составляет сегодня основной объем производства. Выйти сейчас на прежний объем выпуска буровых станков проблематично вследствие необходимости расширения производства, частичного перепрофилирования и, самое главное, стабильного финансирования от геологов.

Таблица 1

Динамика изменения номенклатуры выпуска оборудования ОАО «Кунгурский машиностроительный завод» за 1990–2000 гг.

Оборудование	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.
Установки буровые	525	472	256	137	18	34	5	32	29	18	29
Ремонтные агрегаты	–	–	–	32	42	20	13	34	33	66	185
Турбобуры (секции)	7088	4434	3618	1475	573	975	325	634	1051	569	2016
Шпиндели	778	1030	858	603	198	81	27	83	124	68	474

Таблица 2

Динамика изменения основных показателей работы Щигровского ОАО «Геомаш» за 1995–2000 гг.

Показатели	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.
Использование производственных мощностей, %	45,6	13,6	31,6	23,6	32,0	54,0
Объем производства в сопоставимых ценах, млн руб.	95,9	23,9	42	35,5	58,0	116,8
Число выпускаемых буровых установок	193	40	105	97	131	226
Уровень рентабельности производства, %	20,1	–8,5	32,0	10,5	12,2	23,0
Среднегодовая численность работающих	1008	926	860	922	904	997
Производство новой техники, буровые установки	УБЛ, ПБУ-3	–	УБР	А-60 СТД	УБМ	УБГ

Вторая тенденция, показанная на примере ОАО «Геомаш», заключается в резком снижении объема производства при параллельном поиске новых технических решений и освоении выпуска принципиально новых для завода установок. Так, в 1997 г. заводом собственными силами выпущен буровой агрегат типа УБР, снабженный подвижным вращателем и позволяющий использовать прогрессивные методы бурения, такие как гидро- и пневмотранспорт керна. В результате резко повысились технико-экономические показатели проходки скважин. Путем кооперации с известной западной фирмой «WIRTH» в 2000 г. освоено производство установки типа УБГ, соответствующей лучшим мировым аналогам.

Характерно, что в обоих случаях разработка новой техники и оборудования осуществлялась за счет средств самих заводов-изготовителей по самостоятельно выбранному ими направлению без привлечения средств от геологоразведочной отрасли. Следует отметить, что в неблагоприятных условиях российского рынка специалисты заводов смогли правильно сориентироваться и найти свою нишу в производстве оборудования, пользующегося устойчивым спросом.

Вместе с тем, отраслевое финансирование новой техники, хотя и в резко сокращенных объемах, было традиционно использовано на нереальные, устаревшие проекты или просто было израсходовано без каких-либо положительных результатов или идей.

Существует и третий путь преобразования заводов-изготовителей геологоразведочного производства. В период 90-х годов прошлого столетия сравнительно незначительная часть производителей, не выдержав конкуренции в условиях становления рынка, не смогла найти свое место, пережила процедуру акционирования, банкротства, поменяла владельцев и потеряла интерес для геологоразведочной отрасли в целом. При отсутствии финансирования парк буровых станков, основного оборудования и инструмента в геологоразведочной отрасли не обновлялся. Специалисты отрасли потеряли связи и деловые контакты с соответствующими службами заводов-изготовителей. Результатом стало постепенное отторжение производителей от геологов.

Новое тысячелетие геологи встретили на устаревшем, выработавшем амортизационный срок оборудовании, аппаратуре и инструменте. С улучшением экономической ситуации в стране и геологоразведочной отрасли, увеличением финансирования на техническое перевооружение появилась необходимость возобновления прямых контактов с заводами-изготовителями, заключения

долгосрочных контрактов на поставку оборудования, инструмента и аппаратуры. Однако предложения о возобновлении более тесного сотрудничества и финансирования работ не были восприняты производителями с энтузиазмом вследствие нехватки производственных мощностей и наличия портфеля оплаченных заказов на многие месяцы вперед. В этой связи при подписании контракта заводы-изготовители устанавливают для заказчиков-геологоразведчиков длительные сроки изготовления оборудования.

Заказчики хотят в кратчайшие сроки переоснастить отрасль новым оборудованием, инструментом и аппаратурой, а производители не имеют возможности и большого желания перестроить производство под «нового» потребителя.

Данная ситуация таит в себе скрытую опасность в перераспределении, пусть даже частичной, на импортное оборудование и инструмент. Хотя эту опасность уже скрытой назвать нельзя. На протяжении ряда последних лет все слышней раздаются голоса в поддержку перехода геологоразведочной отрасли на импортное оборудование. Известны случаи закупки отдельных экземпляров, ограниченных партий оборудования и инструмента.

Проанализируем сложившееся положение.

Во-первых, и ранее в ограниченном объеме в страну поставлялись импортное оборудование и инструмент.

Во-вторых, наше оборудование широко экспортировалось в различные страны мира, где показало высокую конкурентоспособность. Имеется достаточная база для сопоставления его по важнейшим технико-экономическим показателям, таким как стоимость бурения 1 м скважины, единицы полученной информации или добычи полезного ископаемого, с зарубежными аналогами.

В-третьих, в технической литературе имеются данные по практическому использованию различного оборудования, инструментов и приборов в разных горно-геологических, гидро-геологических и других условиях, которых для специалистов вполне достаточно для обоснованного выбора в ту или иную сторону.

Остановимся на некоторых примерах. Навоийский горно-металлургический комбинат (НГМК) приобрел в 1995–1996 гг. вместо буровых установок УРБ-3А3 и 1БА-15В, установки ВИРТ В4 (Германия), «Аквадрилл-1600», «Аквадрилл-1000» (США – Швеция). Стоимость установки ВИРТ была выше стоимости отечественных аналогов примерно в 6 раз, а установок «Аквадрилл-1600», «Аквадрилл-1000» выше в 4–5 раз. Необходи-

димо отметить, что при сравнении цен учитывалась экспортная цена буровых агрегатов УРБ-ЗАЗ и БА-15В, которая существенно выше цен отечественного рынка. Реально стоимость импортного оборудования выше в 6–8 раз.

Испытания импортных буровых установок в производственных условиях комбината показали, что механическая скорость бурения возросла приблизительно на 20–30 % благодаря наличию в комплекте более мощного бурового насоса и механизма принудительного давления на забой. При этом рейсовая скорость практически не изменилась из-за дополнительных затрат на спускоподъемные операции. Эксплуатационные затраты на импортных установках значительно выше по причине применения масел только западных фирм, которые в несколько раз дороже отечественных. Расходные запасные части, как правило, продаются по завышенным ценам. Втулка на насос «Гарднер-Денвер» дороже аналогичной втулки на НБ-125 в 4–5 раз. Проведение ремонтных работ на установках затруднено отсутствием или нехваткой запасных частей, которые необходимо доставлять от производителей, что приводит к длительным простоям.

Следует отметить, что во многих случаях уровень подготовки наших рабочих не соответствует требованиям работы на импортном оборудовании.

Затраты на проведение буровых работ при использовании станков ВИРТ и «Аквадрилл» в 6–10 раз выше, чем при бурении установками БА-15В и УРБ-ЗАЗ. В итоге после годичных испытаний тендер выиграло ОАО «Кунгурский машиностроительный завод», и было принято решение вернуться к традиционной программе закупок бурового оборудования с некоторыми дополнениями, которые были внесены конструкторским бюро завода по рекомендациям ЗАО «Русбурмаш».

Для повышения мощности насосного оборудования специально был разработан буровой агрегат УРБ-ЗА3051, имеющий один палубный насос НБ-125 либо два насоса НБ-50 с приводом от двигателя ЯМЗ-238. Грузоподъемность установки была увеличена до 20 т при условии обязательной комплектации механизмом принудительного давления на забой и вспомогательной лебедкой. Указанные доработки за счет обеспечения оптимальной осевой нагрузки на инструмент и хорошей очистки забоя и ствола скважины от шлама свели на нет преимущества импортных установок по механической скорости бурения.

Существенное увеличение технико-экономических показателей бурения можно обеспечить только путем использования прогрессивных технологий. Буровой агрегат в этом случае является всего лишь инструментом для возможного применения в данных



условиях той или иной технологии. Безальтернативное применение западными фирмами прогрессивных технологий бурения с продувкой газожидкостными смесями и воздухом в Кызылкумах привели к срыву плана производства работ. Обеспечить проходку в условиях чередования поглощающих карстовых пород с напорными водоносными пластами по единой технологии не удалось.

Для расширения области применения прогрессивных технологий бурения скважин с продувкой воздухом пневмо- и гидротранспортом керна в пустынных условиях при сложности обеспечения производства работ технической водой НГМК были закуплены и сегодня успешно применяются буровые установки с подвижным вращателем УБР12 производства ОАО «Геомаш».

Справедливости ради следует отметить, что традиционно принимаемое за аксиому качество импортного оборудования не всегда подтверждается на практике. Так, в одном поставленном импортном агрегате в насосе «Гарднер-Денвер» была обнаружена трещина в корпусе, а в другом – дефекты подвижного вращателя. Были обнаружены и другие недоделки и дефекты. Бракованные детали были заменены по гарантии, на что ушло значительное время.

Аналогичные сравнительные результаты работы импортного оборудования и отечественных буровых установок получены в Египте, Тунисе, Иране и других странах. Отечественные буровые установки комплектуются универсальными бурильными трубами, что обеспечивает их взаимозаменяемость и облегчает работу. Импортные буровые установки предусматривают комплектацию особенной бурильной колонной, имеющей оригинальные соединения. Использование таких труб на других установках требует изменения конструкции элеватора.

Сравнительные испытания импортных бурильных труб с отечественными показали близкую наработку на отказ при том, что стоимость первых на 50 % выше. По данным Л.А. Лачиняна отечественные бурильные трубы производства Оренбургского завода превосходят импортные по прочности и долговечности на 40–80 %. Высокое качество бурильных труб диаметром 73 и 89 мм с приварными по специальной технологии замками с прорезями под элеватор, выпуск которых освоен ОАО «Кунгурский машиностроительный завод», обусловило постановку вопроса о комплектации некоторых зарубежных установок (например, ВИРТ) отечественными бурильными трубами. Сопоставление работоспособности шарошечных долот отечественного и импортного производства для различных условий применения на территории СНГ приведено в табл. 3.

Таблица 3  
**Результаты сравнительных испытаний шарошечных долот**

Шифр долота, изготовитель	Категория пород по буримости	Средняя проходка на долото, м	Стоимость долота, дол. США	Стоимость 1 м бурения, дол. США
<i>Северный ГОК, Украина, 1994–1996 гг.</i>				
ОК-ПВ-5 СКБ «Доломит» Q9JSMITH	19–20	130	900	6,92
	19–20	241	4000	16,59
<i>Лебединский ГОК, Россия, 1994–1996 гг.</i>				
ОК-ПВ-5 СКБ «Доломит» Q7JSMITH	17–18	132	900	6,82
	17–18	238	4000	16,81
ОК-ПВ-5 СКБ «Доломит» Q9JSMITH	19–20	63,5	900	14,17
	19–20	140	4000	28,57
<i>Рудник Мурунтау, Узбекистан, 1994–1997 гг.</i>				
ОК-ПВ-5 СКБ «Доломит»	13–17	328	900	2,74
ОК-ПВ1Р Поваровский механический завод	13–17	227	650	2,86
244,5ОКПВ ОАО «Уралбурмаш»	13–17	320	650	2,03
244,5ОКПВ W17 ОАО «Уралбурмаш»	13–17	386	650	1,68
Q7JSMITH	13–17	596	4000	6,71
Q9JSMITH	13–17	624	4000	6,41

Представленные результаты показывают, что приведенные затраты на бурение 1 м в твердых породах импортными долотами в 2,5–3 раза выше, чем отечественными. В табл. 3 отсутствуют данные сопоставления с долотами производства ОАО «Волгабурмаш», которые традиционно отличаются высоким качеством.

При уменьшении твердости пород эффективность использования отечественного породоразрушающего инструмента увеличивается. Аналогичные пропорции характерны для бурения твердосплавными и алмазными коронками.

Заказы импортного оборудования и переход, пускай частич-

ный, на обеспечение им геологоразведочной отрасли таят в себе и ряд «подводных камней».

Во-первых, закупка дорогостоящего оборудования повлечет за собой резкое увеличение его амортизации, размер ежегодных отчислений на которую будет сопоставим со стоимостью отечественных аналогов. К этому предприятия пока не готовы.

Во-вторых, покупая импортную продукцию, мы впадаем в длительную зависимость от технической и экономической политики поставщика. Как правило, после закупки оборудования цены на запасные части и материалы резко возрастают.

В-третьих, вкладывая деньги в развитие импортного производства, мы обрекаем на невостребованность огромный научно-технический потенциал, накопленный в стране. Пройдет ряд лет и те разработки, которые и сейчас не потеряли своей актуальности и превосходят импортные аналоги, устареют, и геологи будут обречены перейти на импортные технологии, а соответственно и на обслуживающие их технические средства.

Важнейшим является и социальный аспект. Поддерживая отечественного производителя, мы вкладываем средства в развитие промышленности, обеспечиваем рабочие места и закладываем базу для повышения научно-технического потенциала отрасли.

В этой связи напрашивается вывод о том, что принятие решений по закупке импортного оборудования является либо следствием незнания существа вопроса отдельными чиновниками, либо лоббированием интересов западных фирм. Объективности ради следует отметить, что существуют некоторые сферы производства оборудования, инструмента и аппаратуры, где импортные производители существенно обогнали отечественных, и наладить в России производство аналогов либо заменителей в ближайшее время не представляется возможным.

К таким областям следует отнести высокопроизводительное мобильное компрессорное оборудование, некоторые виды станков для бурения из разведочных выработок, опробователи пластов, отдельные виды пакеров и ряд других. Однако в общем объеме геологоразведочного производства процент использования этого оборудования ничтожно мал, что усугубляется ориентацией на отечественного производителя еще на стадии проектирования работ.

Во многих странах запрещено импортировать товары, выпускаемые на внутреннем рынке, даже имеющие предпочтительные технико-экономические показатели. Будем надеяться, что руководство России со временем примет аналогичные законы, а тенденции в этом направлении явно прослеживаются. Выход

из сложившейся ситуации один: геологоразведочная отрасль и отечественные производители должны наладить тесное длительное сотрудничество, разработать совместные программы финансирования и выпуска готовой продукции. За 10 последних лет появились прогрессивные разработки, которые с учетом требования нашей отрасли должны быть доработаны и освоены производством, а затем успешно применены в практике работ.