



Внутриконтурное заводнение — эпоха в мировой нефтедобыче XX века и вечный памятник А. П. Крылову

(к 105-летию со дня рождения академика АН СССР А. П. Крылова)

Мне посчастливилось учиться у А. П. Крылова и затем продолжительное время работать под его руководством. И это я считаю своей главной жизненной удачей. Бесспорно, путь академика Крылова в отечественной и мировой науке и практике уникален и неповторим. Он — как явление, которое случается раз в столетие. Таковы лимит и щедрость природы и жизни, отпущенные нашему обществу.

Е. В. Теслюк

Сквозь тернии к недрам России

Истекшее 45-летие нефтяной отрасли отмечено значительным расширением географии нефтедобычи в нашей стране и сменой способов и принципов извлечения нефти из недр. Это явилось выдающимся достижением нашего государства и огромной заслугой трудовых коллективов, занятых в данной области.

Истинными «эверестами» и «монбланами» нефтяной индустрии можно считать открытие, освоение и ввод в действие нефтяных гигантов мирового значения — Ромашкинского и Самотлорского месторождений, которые стали воплощением самоотверженного труда тысяч нефтяников и памяти выдающихся ученых и специалистов: академика Александра Петровича Крылова, легендарного главного инженера Западной Сибири Виктора Ивановича Муравленко, крупнейшего организатора нефтяной промышленности Татарии Рафхаза Шагимардановича Мингареева и других — всех тех, кто своими новаторскими открытиями и творчеством поставили главные вехи в покорении «мировых вершин» нефтедобычи.

По мнению ведущих специалистов-нефтяников, самым значительным научно-технологическим открытием XX столетия, принятым на вооружение мировой практикой нефтедобычи, стало внутриконтурное заводнение, имеющее свой особенный механизм нефтеизвлечения. Вот что говорят о рождении этого открытия очевидцы:

руководитель лаборатории разработки Ромашкинского месторождения ТатНИПИнефти Алексей Федорович Блинов: «А. П. Крылов в 1950 г. на одном из совещаний в Альметьевске предложил вести разработку Ромашкинского месторождения с поддержанием пластового давления закачкой воды в ряды нагнетательных скважин, расположенных внутри контура нефтеносности. Он рекомендовал разрезать месторождение на отдельные самостоятельные разрабатываемые площади. Так впервые возникла идея внутриконтурного заводнения»;

профессор, доктор наук Минодора Макаровна Иванова: «Настоящей сенсацией стало предложение академика А. П.

Крылова о применении внутриконтурного заводнения при разработке крупной залежи горизонта Д1 Ромашкинского месторождения... На огромной площади горизонта Д1 Ромашкинского месторождения с территориальным коллектором было впервые применено внутриконтурное заводнение с разрезанием залежи рядами нагнетательных скважин на отдельные крупные площади разной формы, для которых последовательно составлялись самостоятельные техсхемы и проекты разработки... Это решение имело судьбоносное значение, так как положило начало широкому применению внутриконтурного заводнения и на уже разрабатываемых, и на вводимых в разработку месторождениях... Метод обеспечил оптимальное сокращение необходимого числа скважин, уменьшение сроков разработки, более чем двукратное увеличение нефтеотдачи» [4, с. 96–97].

В этих двух высказываниях современников указана авторская принадлежность технологического процесса внутриконтурного заводнения, которое сегодня применяют все крупнейшие российские и зарубежные нефтяные компании.

Вода во внутриконтурной области месторождения всегда считалась «врагом» нефтяников, и ее присутствие было технологически недопустимым. Предложив оригинальную технологию, А. П. Крылов не только превратил извечного «врага» нефтяников — воду — в их союзника(!), но и добился исключительного эффекта от ее использования. Такие высокоэффективные методы называют технологиями «на все времена», их появление в практике нефтяной добычи случается исключительно редко.

Тем не менее, технология внутриконтурного заводнения с самого начала подпала под подозрение и неприятие со стороны отдельных влиятельных лиц. «... предложение А. П. Крылова было встречено отрицательно со стороны ряда крупных ученых-нефтяников, вплоть до сомнений о целесообразности самого метода такого воздействия на пласт», — пишет М. М. Иванова [4, с. 97]. «Крылов погубит все наши месторождения!», — доносилось из разных мест от оппонентов. До последних дней жизни академика организовывались



Совещание ЦКР «Тепловые методы добычи нефти. Состояние исследовательских и опытно-промышленных работ. Перспективы развития работ». Справа налево: М. М. Иванова, зам. начальника Главного геологического управления Миннефтепрома СССР; А. П. Крылов, директор ВНИИнефти; Н. А. Мальцев, первый замминистра нефтяной промышленности СССР. Львов, 27.11.1973 г.

бесконечные совещания и заседания с критикой как метода, так и самого А. П. Крылова, и предложениями по «улучшению» метода.

Позиции противников А. П. Крылова, обвиняющих академика в «монополии» его научной школы^{*}, отсутствии учета геологического строения месторождений, «геометрическом расположении» сеток скважин и пр., были несостоятельны. Оппоненты не располагали ни реальным опытом внутриконтурного заводнения месторождений (которого тогда еще не было ни у нас, ни в США), ни современной теорией исследования двухфазного течения несмешивающихся жидкостей (нефти и воды), движущихся со своими фазовыми скоростями. В работах и публикациях оппонентов приводилась только одна схема течения — однофазной жидкости! При таком подходе и такой аналитической «оснащенности» рассуждать на тему плотности «сеток» скважин было просто некорректно. Поэтому неудивительно, что на дважды прозвучавшее предложение С. А. Оруджева и В. Н. Виногорова — сделать доклад на указанную тему на Всесоюзном совещании в Минске в 1967 г. — ведущим оппонентом Генсхемы Ромашкинского месторождения был дан отказ [4, с. 76].

Наиболее острыми проблемами при реализации внутриконтурного заводнения являлись: выбор плотности сеток бурения добывающих и нагнетательных скважин; динамика обводнения добываемой нефти; выделение и разработка эксплуатационных объектов неоднородных многослойных пластов.

Выбор «сеток» как выбор стратегии развития нефтедобывающей отрасли

Некоторые наши нефтяники, посетив в послевоенные годы США, столкнулись с практикой старателей нефтяного Клондайка (Техас), буривших с плотностью сеток от 2–3 до 5–6 га на 1 скважину. Если следовать такому опыту, то в СССР все имеющиеся ресурсы бурения (трубы, цемент, буровые станки и т. д.) были бы задействованы только на отдельных месторождениях и участ-

ках, что считалось неприемлемым, так как в то время имелись реальные возможности разведки и открытия новых нефтяных провинций мирового значения — в Поволжье, Западной Сибири, Казахстане и на севере европейской части страны. В этих условиях А. П. Крыловым, Н. М. Николаевским, Ю. П. Борисовым и М. М. Максимовым была предложена плотность сеток на начальной стадии разбуривания 40–60 га на 1 скважину. Высвобождающиеся за счет этого оборудование, материалы и средства предлагалось передавать в геологоразведку, для открытия новых месторождений и нефтяных гигантов. В последующем, по мере разбуривания месторождения, уточнения его геологического строения и особенностей эксплуатации, осуществляется сгущение сеток до оптимальной величины. Данная стратегия после длительных дискуссий была принята Миннефтепромом и реализована в масштабах страны.

Концепция А. П. Крылова включала новое важное положение в проектировании: сетка бурения не должна быть «замороженной» и не является «константой» во времени, а представляет динамическую совершенствующую во времени систему. Согласно этой концепции, принятие «окончательных сеток», когда еще недостаточно изучена геология (чего требовали некоторые [4, с. 97, 195]), недопустимо. Все изменения, которые имели место при разработке Ромашкинского и Самотлорского месторождений, предусматривались концепцией А. П. Крылова.

Предложенное бурение разреженных сеток на ранней стадии разработки позволило не только открыть новые крупнейшие нефтяные месторождения и выйти на первое место в мире по добыче нефти (624 млн т/год), т. е. в короткие исторические сроки решить геополитические проблемы страны, но и не допустить трат огромных средств на разбуривание малоэффективных объектов при густых сетках, чего жаждали наши геополитические конкуренты, стремящиеся любыми способами (под видом заботы о повышении нефтеотдачи на поздней стадии разработки) затормозить развитие нашего государства.

О динамике обводнения нефти при внутриконтурном заводнении

Суть и прогноз динамики обводнения добывающих скважин при внутриконтурном заводнении вызвали острые критические нападки на А. П. Крылова. Прогнозы динамики обводнения нефти в Генсхеме разработки Ромашкинского месторождения оказались существенно заниженными, и вовсе не из-за неточностей в методике аналитических расчетов, выполняемых коллективом А. П. Крылова, а в связи с впервые обнаруженным новым физическим явлением — самопроизвольно возникающими гидроразрывами горных пород при давлении нагнетаемой воды в пласт [5, с. 310]. Это резко изменяло проницаемость в интервалах гидроразрыва. Вопрос потребовал дополнительных промысловых и гидродинамичес-

^{*} В науке «монопольных школ» не бывает. Бывает или наличие, или отсутствие научной школы (Прим. авт.).

ких исследований (учет разгрузки горного давления при бурении и эксплуатации скважин и пр.) для объяснения ситуации и принятия необходимых мер. Были найдены решения и предложены меры по оптимизации процесса заводнения [6].

Данная ситуация явилась серьезным предупреждением о необходимости творческого подхода и продуманных действий при реализации технологии внутриконтурного заводнения. Новации указанного масштаба никогда не реализуются просто и легко. Всегда на их пути встают сложные проблемы, которые требуют неординарных решений.

Принципиальным фактором при внутриконтурном заводнении, связанным с процессом фильтрации и нефтеизвлечением, является учет теплообменных процессов при заводнении неоднородных коллекторов с температурой воды, отличной от первоначальной пластовой (обычно ниже 40–50 °С). Это потребовало развития теории неизотермической фильтрации и создания расчетных методов проектирования разработки в различных геолого-промысловых условиях.

К сожалению, в действующем Регламенте ЦКР по разработке нефтяных месторождений отмеченные выше вопросы (самопроизвольные гидроразрывы и неизотермия фильтрации), требующие высокой творческой квалификации, еще не получили своего отражения, не стали обязательной нормой, поэтому до сих пор не учитываются при проектировании [5]. Тогда как ранее, под руководством А. П. Крылова, впервые в мировой практике были созданы и реализованы в крупных промышленных масштабах проекты внутриконтурного термозаводнения месторождений (Узень, Карамангазы, Харьягинское), содержащие высокопарафинистые нефти [5]. При этом в расчетах учитывались не только температурные изменения в пластах, их влияние на фильтрацию, но и фазовые переходы высокомолекулярных компонентов (парафина и смол) при изменении температуры.

Мы же до сих пор «не умеем» этого делать.

О выделении и разработке эксплуатационных объектов

Посетив Канаду, тогдашний руководитель нефтяной отрасли Николай Константинович Байбаков остался под большим впечатлением от применяемого оборудования для совместно-раздельной эксплуатации объектов в одном стволе скважины. Его предложение по использованию такого оборудования при освоении новых месторождений в СССР носило рекомендательный характер, но с поправкой на авторитет Байбакова, являлось, по сути, директивой.

Однако реализовать эту технологию при существовавшем уровне качества отечественной инструментальной техники и низкой культуре ее эксплуатации, а также при непрочной цементной изоляции межслойного кольцевого пространства оказалось крайне затруднительно. Поэтому впоследствии пришлось перейти на более затратное бурение отдельных скважин на каждый объект эксплуатации, что значительно увеличило число



На VI мировом нефтяном конгрессе во Франкфурте-на-Майне, где А. П. Крылов выступил с докладом о состоянии и достижениях советской нефтяной науки в области проектирования разработки нефтяных месторождений. Июнь, 1963 г.

скважин. Это был один из непростых моментов в освоении Туймазинского и Самотлорского месторождений — ведь приходилось делать шаг назад в области применения новой техники.

Но у Крылова хватило мужества сделать и это.

Свет памяти

Творчество А. П. Крылова многогранно. Им создана оригинальная теория движения нефтегазовой смеси в гравитационном поле в вертикальных трубах при подъеме продукции от забоя скважины на поверхность земли и многое другое. Своей деятельностью и творчеством он сближал страны и народы на поприще нефтяного производства. Александр Петрович подготовил и воспитал целую плеяду специалистов нефтяного профиля из разных государств мира: Китая, Венгрии, Румынии (здесь были переведены его книги), Албании, Вьетнама и др. Одним из его выдающихся учеников был венгр Аюш Бан, который впоследствии стал руководителем нефтяной отрасли своей страны. При нем были построены два нефтеперерабатывающих завода на линии нефтепровода «Дружба», функционирующих и ныне. В одной из деловых зарубежных поездок Александру Петровичу представился случай для общения с главой правительства ВНР Яношем Кадаром, который хорошо запомнил советского ученого. Спустя некоторое время автор этих строк, отдыхая в Ливадии, случайно встретился с Я. Кадаром на знаменитой «Царской тропе», и тот, узнав, что я нефтяник, передал большой привет и наилучшие пожелания «крупному ученому-нефтянику А. П. Крылову и его аспиранту Аюшу Бану». На прощание была сделана совместная фотография, которую с теплыми пожеланиями от Кадара и надписью «На память от четырех» я передал А. П. Крылову. О встрече с Я. Кадаром было подробно рассказано Аюшу Бану на корабле во время прогулки по Дунаю, устроенной для участников мирового нефтяного конгресса в Будапеште.

На одном из институтских новогодних вечеров, когда говорить дозволено не только прозой, но и стихами, прозвучали строки, посвященные А. П. Крылову — выдающемуся ученому-нефтянику и сыну священника, считав-

шемся неблагонадежным со дня его рождения. Вот эти строки:

«Всё в мире связано, поверьте! И оттого наш мир велик!

Есть Божий промысел на свете! Знать, был Господь промысловик!»

Зал замер и затем, через мгновение, взорвался! Ждали реакции адресата. Александр Петрович медленно поднялся и слегка смущенно произнес: «Так о Боге, кажется, еще никто не сказал. И сказано неплохо! Теперь мы знаем, кто наш покровитель!», и перевел «вектор» с себя на Всевышнего — покровителя всей нефтяной отрасли. Какой пример интеллекта и такта!

Когда я смотрел на Александра Петровича — и в залах заседания Мирового нефтяного конгресса в Будапеште, и на крупнейших международных симпозиумах в Москве, и на заседаниях ученого совета, то всегда ощущал какой-то исходящий от него внутренний свет — свет выдающегося ученого и замечательного человека с могучим интеллектом и непоколебимой волей, человека, олицетворяющего нашу страну и отрасль.

В нашем повседневном деле — добыче нефти, в этом «великом промысле богов», жизнь, творчество и судьба академика А. П. Крылова озарены особым немеркнущим светом, идущим из недр нашей великой страны.

Мы должны помнить о своих героях

Есть темы, говорить о которых, не испытывая чувства глубокого волнения, невозможно. Они требуют разговора прямого, открытого и, как говорил наш известный поэт, «во весь голос».

Прошло 105 лет со дня рождения и 18 — со дня ухода из жизни выдающегося ученого и патриота, академика А. П. Крылова. Но его память, увы, до сих пор достойно не увековечена.

Несмотря на решение, принятое в ответ на Обращение группы известных деятелей государства, науки и нефтяного бизнеса к Президенту РФ об увековечении памяти А. П. Крылова по четырем номинациям [1], общее решение Администрации Президента РФ, Правительства г. Москвы и Комиссии РФ по монументальному искусству об установке памятника корифею нефтяной науки напротив здания института «ВНИИнефть» (г. Москва, Дмитровский проезд, д.10), а также Открытое обращение к видным общественным и промышленным деятелям нефтяной отрасли страны о содействии в сооружении памятника А. П. Крылову, ничего не произошло. Без помощи спонсоров осуществить благородную миссию по увековечению памяти своего знаменитого коллеги институт не в состоянии.

Разве допустимо, чтобы в стране, где ежедневно по технологиям, созданным талантом, волей и беспримерным трудом А. П. Крылова, добывается около миллиона тонн нефти, не нашлось средств для достойного увековечения памяти своего выдающегося гражданина. Страна должна помнить своих героев. Память о наших великих соотечественниках воспитывает чувство патриотизма у будущих поколений. ■

Имя академика АН СССР Александра Петровича Крылова навеки вошло в annales истории нашей страны и нефтяной отрасли России. Достойное увековечение памяти этого выдающегося человека — гражданский и профессиональный долг его современников.

Е. В. Теслюк,

д-р техн. наук, заслуженный работник нефтяной и газовой промышленности, Почетный нефтяник

Список литературы

1. Теслюк Е. В. Академик А. П. Крылов — флагман нефтяной науки и стратег нефтедобывающей индустрии // Центральная комиссия по разработке месторождений полезных ископаемых (к 45-летию образования). М.: НП НАЭН, 2008. С. 52–60.
2. Теслюк Е. В. Талант и судьба. М.: НД «Синергия», 2005.
3. Блинов А. Ф. Работа ЦКР через призму проектов по разработке Ромашкинского нефтяного месторождения // Центральная комиссия по разработке месторождений полезных ископаемых (к 45-летию образования). М.: НП НАЭН, 2008. С. 228–233.
4. Иванова М. М. ЦКР — научно-производственная школа нефтяников страны // Центральная комиссия по разработке месторождений полезных ископаемых (к 45-летию образования). М.: НП НАЭН, 2008. С. 96–97.
5. Теслюк Е. В., Теслюк Р. Е. Термогидродинамика проектирования разработки нефтяных месторождений (Теория и практика). М.: ИД «Грааль», 2002.
6. Теслюк Е. В., Теслюк Р. Е. Интенсификационно-изоляционное воздействие как способ управления разработкой месторождений при внутриконтурном заводнении // Нефтяное хозяйство. 2003. № 4. С. 75–78.
7. Лавров Н. Л., Дмитриевский А. Н., Лисовский Н. Н., Николаевский В. Н., Теслюк Е. В. Будущая нефть России в понимании и защите памяти нашего великого трудового прошлого: Обращение к Ю. М. Лужкову, М. Ш. Шаймиеву, В. Ю. Алекперову, С. М. Богданчикову, В. Л. Богданову // Недропользование — XXI век. 2008. № 4. С. 3–5.
8. Теслюк Е. В. Эпоха в мировой нефтедобычи // Нефть России. 2009. № 8.

