

Д. В. Белоконь, В. Ф. Козяр
ООО "Нефтегазгеофизика"

С. Г. КОМАРОВ И СТАНОВЛЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

В 1952 г. почти одновременно две общепризнанные мировые фирмы – Schlumberger и Halliburton – выполнили первые измерения упругих свойств пород в скважине при непрерывном движении прибора. Скважинный прибор содержал простейший измерительный зонд из излучателя и приемника упругих волн. Появился новый вид каротажа – акустический (acoustic log, sonic log). Одновременно выявилась изумительная реакция регистрируемых колебаний на присутствие за обсадной колонной цементного камня. Уже к концу пятидесятих годов прошлого столетия акустический каротаж, вооружившись более сложными трехэлементными зондами, пополнил ряд обязательных видов исследования скважин. Акустическая цементометрия стала за рубежом доминирующим видом исследований обсаженных скважин, вытеснив термометрию, применяющуюся ранее для решения тех же задач.

Сергей Григорьевич стал инициатором разработки промышленных образцов аппаратуры акустического каротажа в организациях Министерства геологии СССР. До того времени акустические исследования в скважинах выполнялись в СССР только для решения чисто научных задач в Институте физики Земли им. О. Ю. Шмидта. Измерения проводились на малых глубинах в дискретных по глубине точках прибором, преобразователи которого прижимались к стенке скважины. Результаты измерений фиксировались на фотопленке с экрана осциллографа и обрабатывались вручную.

Уже во второй половине 50-х годов в НИИ Министерства геологии активно прогрессировали две группы, занимавшиеся разработкой аппаратуры для акустических исследований. Во ВНИИгеофизике (г. Москва, Г. В. Дахнов) и в ВИРГе (г. Ленинград, Г. Я. Рабинович, А. Л. Перельман) создавалась станция ЛАК. Излучатели скважинных приборов представляли собой пакет из пластин никелевых сплавов; их рабочая частота 30–40 кГц. Приемники изготовлялись из кристаллов сегнетовой соли. Излучение было направлено в одну сторону, а характеристика направленности в горизонтальной и вертикальной плоскостях была достаточно узкой, как считали авторы. Ре-

гистратор размещался на отдельной автомашине и позволял фотографировать с экрана электронно-лучевой трубки фазокорреляционные диаграммы на фотобумагу или фотопленку. Построение кривой интервального времени производилось вручную.

Второе оригинальное направление развивалось в ВИТРе (г. Ленинград, Е. Ф. Дубров, Ж. М. Булатова). Разработчики применили в скважинном приборе электроискровой излучатель, работавший на частотах $0,5\text{--}10\text{ кГц}$, что позволяло, по справедливому мнению авто-ров, исследовать разрез скважин через колонну. Волновые пакеты фотографировались с экрана электронно-лучевой трубки обычным фотоаппаратом. Скорость регистрации была очень низкой – требовалось время на успокоение прибора. Обработка данных производилась вручную.

И в первом и во втором случаях затраты времени на обработку первичных данных были непривычными для каротажных служб. Кроме того, для выезда на скважину необходима была отдельная лаборатория со своим обслуживающим персоналом.

В 1957–1958 гг. во вновь созданном Волго-Уральском филиале ВНИИгеофизики создается группа по разработке аппаратуры акустического каротажа для регистрации интервального времени и параметров затухания с использованием стандартных каротажных регистраторов. Группа входила в состав тематической сейсмической партии О. И. Рогозы. Возглавил ее Петр Алексеевич Прямов.

К концу 1960 г., к нашему приходу на работу в филиал, подразделение уже создало скважинный прибор, конструктивно очень близкий к прибору станции ЛАК. Скважинные испытания с макетом затянулись до конца 1962 г. Устойчивые результаты не были получены из-за низкого соотношения “сигнал–шум”. Конструктивно прибор был достаточно сложен. Капризной была конструкция излучателя, малейшие отклонения от которой приводили к появлению паразитных лепестков в диаграмме его направленности. Сформировавшееся к тому времени мнение, что этот излучатель дает мощное однонаправленное излучение, на практике не подтвердилось. В вертикальной плоскости (вдоль оси скважины) при испытании в баке с водой характеристика направленности была практически круговой. В горизонтальной плоскости диаграмму направленности только условно можно было назвать однонаправленной. При сравнительно небольшой поверхности излучателя это приводило к снижению соотноше-

ния “сигнал–шум”, которое не обеспечивало возможность организовать аналоговую регистрацию сигналов при непрерывном движении прибора.

Параллельно опробовались другие конструкции излучателей, но самые обнадеживающие результаты к концу 1962 г. были получены с кольцевыми излучателями, технология изготовления которых была изложена в книге Л. Бергмана “Ультразвук”. Применение таких излучателей повышало уровень “сигнал–шум” в несколько раз, работа излучателей непосредственно в жидкости снимала все проблемы с влиянием конструкции прибора на характеристики их направленности. Заметно упрощалась конструкция прибора. Эти нововведения позволили в достаточно короткие сроки растаждировать макеты скважинных приборов и наземных пультов прибора на экспериментальном производстве филиала и начать опробование аппаратуры в тематических партиях производственных организаций.

Доклад П. А. Прямова в Москве в головном институте вызвал неадекватную реакцию по отношению к использованию круговых излучателей и централизованного положения прибора в скважине, но неожиданно получил поддержку в Институте физики Земли в теоретических трудах В. Г. Грацинского. Тем не менее в Министерстве геологии активно обсуждался вопрос о закрытии акустического направления в Волго-Уральском филиале.

С. Г. Комаров, зная результаты исследований в г. Октябрьском, и, очевидно, предвидя эффективность их внедрения в ближайшее время, активно встал на защиту направления работ в периферийном филиале. Он нашел компромиссный вариант, согласно которому филиалу поручалось развивать акустический каротаж по затуханию упругих волн, потому что такие измерения не предусматривались станцией ЛАК. Естественно, что все лица, принимавшие участие в выработке решения, понимали, что невозможно измерить затухание упругой волны, не выделив ее предварительно в волновом пакете и не измерив скорость ее распространения, которая является основным идентификатором волны.

Одновременно был решен вопрос о финансировании работ. В отличие от первых двух групп, финансирование которых производилось из государственного бюджета, работы филиала никогда не оплачивались бюджетом в объеме, превышающем 10% от необходимого. Эти 10% были необходимы для контроля за процессом выполне-

ния работ. Остальное финансирование компенсировали хозяйственно-договорные отношения. Как ни странно, их осуществляло Министерство нефтяной промышленности. Ведущие (в разные годы) специалисты министерства Н. А. Савостьянов, А. А. Мухер, А. Ф. Шакиров внимательно изучали ситуацию на мировом рынке ГИС и поддерживали развитие новых видов исследований, в том числе АК. По собственным убеждениям и не исключено, согласно рекомендациям ведущих специалистов министерства, к этим работам благосклонно относились главные геологи производственных организаций. Собственно, они и подписывали договора на производство работ в то время, когда метод не вышел из стадии макетирования. Выражая признательность всем специалистам, поддержавшим развитие АК, следует благодарить Г. М. Донова (трест “Татнефтегеофизика”), Ю. Н. Кухаренко (трест “Башнефтегеофизика”), З. И. Молочникова (трест “Пермьнефтегеофизика”), Н. Н. Лисовского (трест “Башзападнефте-разведка”) за постоянное внимание, корректировку программ исследований и финансирование работ.

Итогом совместных работ специалистов филиала и производственных организаций стала разработка аппаратуры АКЗ-1 (акустический каротаж по затуханию), макетами которой уже в 1964–1965 гг. было исследовано более сотни скважин. Наиболее впечатляющие результаты были получены по оценке качества цементирования скважин. Стало очевидным, что акустическая цементометрия превзойдет по темпам разработки исследования открытых стволов.

С. Г. Комаров убеждает руководство Волго-Уральского филиала административно выделить в акустических исследованиях два направления: акустическую цементометрию и исследования геологических разрезов (акустический каротаж). Такое разделение быстро принесло успехи. Концентрация усилий основных специалистов на решении одной задачи завершилась заводским изготовлением в 1968 г. массовой серии акустического цементомера АКЦ-1, основные узлы которого были опробованы в АКЗ-1. Тогда же появилось первое методическое руководство по интерпретации данных АКЦ, подготовленное П. А. Прямовым с сотрудниками. Уровень этого руководства был настолько высокий, что некоторые его положения, например, оценка контактов цементного камня с породами, были всерьез востребованы только через 30 лет после появления доступной цифровой техники. В последующие годы массовыми сериями производилась аппара-

тура АКЦ-2; 3; 4, скважинные приборы которой содержали двухэлементные измерительные зонды. И только после 1980 г. производство акустических цементомеров, необходимых организациям Миннефтепрома, было передано ГДР в рамках межгосударственной кооперации. Для нужд организаций Министерства геологии цементомеры по-прежнему производил Киевский завод геофизического приборостроения.

Первый серийный прибор акустического каротажа СПАК-2, не лишенный недостатков, появился в 1971 г. За ним быстро последовали приборы СПАК-2М; 4М; 6. В процессе их разработки были решены проблемы центрирования приборов, выбора длин измерительных зондов, акустических изоляторов, калибровки, передачи данных по одно- и трехжильному каротажному кабелю.

В конце 60-х годов прошлого столетия С. Г. Комаров реализует идею объединения усилий Волго-Уральского филиала, Киевского ОКБ и Киевского завода геофизического приборостроения для серийного производства аппаратуры основных видов каротажа. И хотя формально эти организации не были объединены в одну структуру, достигнутые условия сотрудничества соблюдались практически до середины 80-х годов. Это была дальновидная политика, объединившая три коллектива, каждый из которых был силен в чем-то своем:

- Волго-Уральский филиал имел мощный молодой коллектив по научным разработкам. Была создана эффективно действовавшая экспериментальная база по физическому моделированию и изготовлению макетов на своем опытном производстве по упрощенным чертежам. Тесная связь с производством позволяла в короткие сроки производить опробование новых макетов аппаратуры усилиями собственных и производственных опытно-методических партий. Это же способствовало быстрому внедрению на производстве приборов, поступающих с завода. В филиале сложилось удачное сочетание квалифицированных кадров по интерпретации геофизических материалов, имевших производственный стаж, и молодых специалистов с высшим образованием. Очень сильным было петрофизическое направление;
- Киевское ОКБ было укомплектовано подготовленными кадрами конструкторов, знавшими технологические особенности Киевского завода. Особо следует подчеркнуть, что на этом предприятии было достаточное количество конструкторов не только в области меха-

ники, но и электронной части приборов. На других геофизических предприятиях это всегда было слабым местом;

- Киевский завод геофизического приборостроения до самых перестроечных лет наиболее полно отвечал требованиям производства современных скважинных приборов как в технологическом плане, так и по составу станочного оборудования. Руководство завода и ОКБ всегда уделяли большое внимание развитию испытательной базы.

Этот “тройственный” коллектив в достаточно короткие сроки организовал массовое (по геофизическим понятиям) изготовление и поставку в производственные организации страны целого ряда современных приборов акустического, радиоактивного, электрического и электромагнитного каротажа.

К большой заслуге С. Г. Комарова следует отнести стремление создавать конкурирующие группы по новым разработкам. При его жизни на заводское изготовление нельзя было передать приборы, не прошедшие сравнительных ведомственных испытаний под эгидой Министерства геологии. Это позволяло официально и доказательно ограничить поступление на завод неподготовленных приборов, даже когда они представлялись известными коллективами. Аналогичные требования распространялись и на разработки “тройственного” коллектива. Серьезная конкуренция разработчиков аппаратуры АК и АКЦ появилась уже после ухода С. Г. Комарова из жизни, когда были созданы мощные коллективы разработчиков в организациях Министерства нефти: Грозненское ОКБ и ВНИИнефтепромгеофизика (г. Уфа).

О стиле работы С. Г. Комарова как научного руководителя можно написать несколько слов по опыту общения с ним специалистов двух на то время акустических отделов. Во-первых, он должен был поверить в сотрудника: специалист должен быть активным и нацеленным на достижение конечных результатов. Во-вторых, он никогда не устраивал “головомойки”, не высказывал разочарований, не сожалел, журил, что работы движутся не так быстро, как это необходимо. Особенно требовательно относился к передаче результатов разработок на производство. По его мнению, производственникам нельзя “дурить голову”, любые рекомендации должны быть неоднократно проверены и подтверждены. Такой пример: в 1965–1970 гг. практически все специалисты, занимавшиеся акустическим каротажом, в том числе специалисты Волго-Уральского филиала, стреми-

лись на выходе наземного блока иметь как можно больше параметров. Он пожурил нас за такой максимализм, но при подготовке проекта методического руководства по СПАК-2 мы оставили 12 параметров. Надо сказать, первые методические руководства по новым приборам С. Г. Комаров всегда прочитывал. Не говоря никому ни слова, он переписал руководство, оставив временные и амплитудные параметры только продольной волны. Остальные параметры посоветовал добавить тогда, когда будет доказана их эффективность для решения конкретных геологических задач. Он оказался прав – до сих пор на производстве в 90% случаев используются параметры только продольной волны.

Такие черты характера С. Г. Комарова, как уважение и неподдельная радость за сотрудников, стремящихся получить новые научные результаты и довести их до производственного использования, мы помним всю жизнь и стараемся следовать им в повседневных делах.