

# ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ДОБЫЧИ ПРИРОДНЫХ СОЛЕЙ



*Н. А. ЗАГОСКИН,  
старший инженер  
(ООО «Стресс»)*



*А. И. ЛЕВЧЕНКО,  
старший научный  
сотрудник*



*М. Ю. КИСЕЛЕВ,  
инженер*

(ЗАО «ВНИИ Галургии»)

## **Контроль формообразования камер подземного растворения**

С целью получения данных о форме и пространственном ориентировании подземных камер, образованных путем растворения зале-

жей минеральных солей через буровые скважины с поверхности, в настоящее время в России и за рубежом широко применяют гидролокаторы. Надежность и достоверность получаемой с их помощью

информации обеспечили гидролокатору «маркшейдерский статус».

ООО «Стресс» в течение ряда лет конструирует, изготавливает и эксплуатирует локационную аппаратуру серии «ЗИС» для съемки подземных полостей и камер, образованных подземным растворением минеральных солей через буровые скважины с поверхности.

Аппаратура предназначена для выполнения работ по пространственно-геометрическому измерению камер растворения, хранилищ нефтепродуктов, карстовых полостей, заполненных водой, определения их параметров и может эксплуатироваться в различных горно-геологических условиях.

*Аппаратура включает:* скважинный погружной блок; наземный

блок; лебедку с несущим геофизическим одножильным тросом диаметром 6,3 мм; контроллер с компьютером; блок-баланс со счетчиком опускаемого троса; датчик магнитометра для определения точного выхода из трубы; программное обеспечение съемки и обработки результатов в режиме реального времени и режиме накопления информации.

Технические характеристики погружного блока «Луч-5 ЗИС» приведены ниже.

Диаметр погружного блока, мм	80
Длина блока, мм	1200
Диаметр троса, мм	4,5–6,3
Длина троса, м	До 2000
Дальность локации (радиус), м	До 150
Аппаратурная погрешность определения дальности, %	5
Рабочие частоты локации, кГц	300; 500; 750
Частота измерения скорости, МГц	1
Направление съемки:	
горизонтальная (0°)	Круговая
горизонтальная (60°)	Круговая
вертикальная	Вниз
Погрешность измерения азимута ферромагнитным датчиком, градус	±2
Погрешность датчика прохождения рабочих колонн, мм	±100
Диапазон измерения скорости, м/с	1500–2000
Погрешность измерения скорости, %	±2
Диаметр трубы при съемке через трубу (без магнитной привязки), мм	Не более 150
Масса, кг:	
погружного блока	20
аппаратуры	40
всего комплекта (с лебедкой и тросом)	Не более 500
Параметры питания аппаратуры и лебедки, В; Гц	220; 50

В основу работы скважинного прибора положен принцип зондирования акустическим узконаправленным лучом стенки камеры при вращении приемо-передающей антенны в вертикальной плоскости с целью получения информации на разных горизонтах и объемной топологической картины камеры (рис. 1).

Корпус скважинного прибора выполнен из немагнитной нержавеющей стали с антенным блоком

из оргстекла. Электронная часть прибора выполнена на базе микроконтроллера.

Магнитный датчик положения обсадных труб может быть собран в блоке скважинного прибора или в отдельном блоке (при шаблонировании скважины).

Вращение антенного блока производится шаговым двигателем с выдачей синхронизации в наземный блок управления.

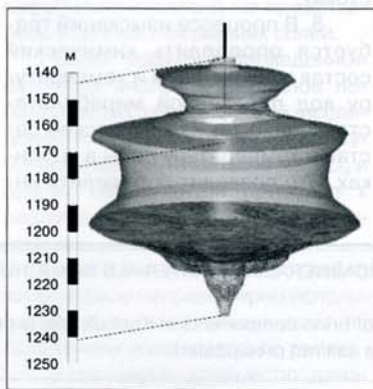


Рис. 1. Объемная картина камеры, полученная при обработке эхограмм сечений, снятых на разных горизонтах

Антенный блок состоит из рабочих антенн (горизонтальной, вертикальной и установленной под углом 60° к вертикали) и антенны измерения скорости.

Измеритель скорости вынесен за пределы корпуса скважинного прибора и работает в режиме автогенератора с акустической обратной связью через среду. Таким образом измеряется частота автогенератора, обратно пропорциональная скорости в среде.

На выходе скважинного прибора формируются сигналы: синхронизации вращения; синхронизации включения измерителя дальности; дальности; калибратора; магнитного датчика феррозонда; магнитного датчика положения и наличия труб.

Эти сигналы поступают по кабелю на наземный блок управления, где разделяются, преобразуются и участвуют в формировании картины дальности в декартовых координатах на компьютере.

Из наземного блока от оператора поступает команда на режим работы скважинного прибора по измерению: скорости; вертикали; горизонтального обзора (0° к горизонту); наклонного обзора (60° к вертикали); изменения длительности зондирующего импульса; вращения и остановки блока антенн.

Прибор «Луч-5 ЗИС» сертифицирован Госстандартом РФ и прошел метрологическую проверку в органах Государственной метрологической службы.

Для проведения гидролокационной съемки скважину освобождают от рассолоподъемных труб и поднимают водопадающую колонну до уровня башмака тампонажной колонны. При необходимости съемку можно проводить через стенки одной из рабочих колонн, но без ориентации сечений и без измерения скорости звука.

Принципиальная схема гидролокационной съемки камеры аппаратурой «Луч-5 ЗИС» показана на рис. 2.

В комплекте гидролокационной станции имеется стальной шаблон, повторяющий форму и размеры скважинного снаряда. Шаблирование проводят последовательными спусками и подъемами шаблона на тросе от устья скважины до дна камеры. Особенно тщательно проверяют вход шаблона в колонну труб на вероятность обрыва скважинного снаряда.

Спуск и подъем погружного устройства локатора осуществляется с помощью лебедки через блок баланс, устанавливаемый на устье скважины, там же установлены счетчики вытравленного троса.

Применение измерительного устройства на базе микропроцессорного счетчика позволяет измерить длину троса между базовыми точками, ввести коэффициент удлинения троса, измерить скорость подъема и спуска локатора и выдать сигнал достижения заданной глубины.

Сигнал с погружного блока локатора, включающий в себя сигналы дальности, азимута (в горизонтальной или вертикальной плоскостях), синхронизации и управления, передается по одножильному каротажному кабелю на наземный



**Рис. 2. Схема гидролокационного обследования камеры подземного растворения аппаратурой «Луч-5 ЗИС»:**  
 1 — наземная станция; 2 — каротажный кабель; 3 — блок-баланс;  
 4 — скважинный снаряд; 5 — вращающийся преобразователь горизонтального обзора; 6 — снимаемый контур горизонтального сечения; 7 — камера

чика корректируют по точному положению башмака обсадной колонны путем измерения выхода из обсадной колонны магнитным датчиком (ее положение точно определено и имеется в паспорте скважины).

Гидролокационная аппаратура «Луч-5 ЗИС» была также опробована при определении формы камер, размываемых в пластах бишофита, карналлита, сильвинита. Обследования показали особенности проведения локационных замеров в таких камерах, которые были успешно решены техническими средствами.

#### **Гидроакустическая аппаратура для контроля добычи природных солей открытым способом**

Для получения информации о процессе добычи, пространственной ориентации выработок, а также для контроля за движением запасов при разработке природных солей открытым способом (добыча озерной соли) создан комплект аппаратуры, включающий: профилограф для получения вертикального разреза толщи солевого бассейна; гидролокатор бокового обзора для увязки вертикальных разрезов по площади поверхности.

Профилограф работает на низкой частоте, что позволяет расчленять поддонные слои на глубину до 50 м. В комплект входят: приемопередающий блок; блок низкочастотных антенн с акустическим отражателем; блок контроллера с компьютером; блок гидролокатора.

Малые размеры комплекта (общая масса не превышает 50 кг) и автономное питание (12 В; 50 ВА) позволяют установить его на любом плавсредстве (лодка, катер) либо на стрелу комбайна.

#### **Павел Иванович**

#### **Преображенский**

Один из первооткрывателей промышленных запасов крупнейшего в мире Верхнекамского месторождения калийно-магниевого руд.



Родоначальник отечественной школы геологов-солеводов. В 1937–1942 гг. — главный геолог, зам. директора по научной части, и. о. директора ВНИИГ.

Внес существенный вклад в познание процессов галогенеза, геологии месторождений минеральных солей, их промышленную оценку и освоение, комплексное использование сырья.

Профессор, доктор геолого-минералогических наук.

Награжден орденами Трудового Красного Знамени, «Знак Почета».

С помощью данного комплекта можно получить профили донных отложений водных объектов, а также расчленить донную толщу по плотности, что важно, например, при добыче песка на обводненных карьерах. Аппаратура позволяет определить количество добытой массы и оценить запасы, оставшиеся в карьере.

Для получения разреза по площади бассейна проводят серию профилей по сетке, обусловленной масштабом съемки. Геодезическую привязку разреза осуществляют либо топографическим методом, либо с помощью аппаратуры типа GPS.

Глубина расчленения толщи составляет, м: по илам — 50, по глинам — 30, по пескам — 20.