

Изучение ВЧР комплексом ТЕЛСС-ВСП

■ Федотов С.А., Федотов А.С., ООО «ГЕОСИГНАЛ», г. Москва

Инженерно-геофизические работы органично входят в состав инженерно-геологических изысканий при проектировании зданий, искусственных сооружений, трубопроводов и др. При этом важную роль играет комплекс скважинных исследований, в который входят гамма-каротаж, каротаж сопротивлений, видеокаротаж и др.

В последние годы повышение качества инженерных изысканий связано с определением прочностных параметров грунтов не только по результатам исследований керна, но и в условиях естественного залегания. Указанные параметры связаны со скоростями сейсмических волн V_p , V_s в горных породах.

Стоит также отметить необходимость изучения ВЧР в процессе проведения геолого-разведочных работ при поиске углеводородов для определения скоростей продольных и поперечных волн в исследуемых средах.

Используемые определения параметров V_p , V_s сейсмическим методом с земной поверхности, таких как метод преломленных волн (МПВ) и метод поверхностных волн (MASW), дают результаты для поверхностных слоев при возбуждении сейсмического поля ударом кувалды весом 3-8 кг по специализированным подставкам при возбуждении продольных и поперечных волн. Однако наиболее точное измерение скоростей продольных и поперечных волн возможно при использовании вертикального сейсмического профилирования (ВСП). В этом случае скважинный прибор принудительно прижимается к стенке исследуемой скважины, а возбуждение сейсмических волн происходит с земной поверхности.

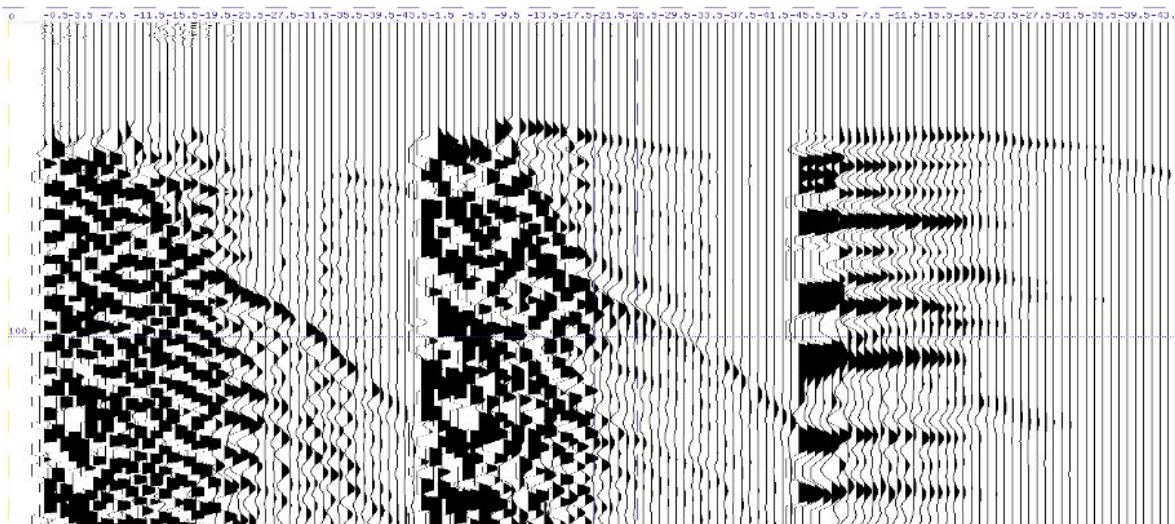
Для проведения скважинных измерений методом ВСП в ООО «ГЕОСИГНАЛ» разработан и активно внедряется в производство телеметрический скважинный комплекс ТЕЛСС-ВСП. С середины 2012 г. в производство внедрены 14 скважинных приборов, в том числе в такие компании как АО «Гидропроект», ГУП «Мосгоргеотрест», ОАО «Метрогипротранс». Оборудование постоянно используется в вышеуказанных компаниях для точного определения скоростных свойств исследуемых грунтов и определения прочностных характеристик залегающих пород, что показывает высокую эффективность работ, проводимых методом ВСП.



▲ Рис. 1. Скважинный зонд.

ТЕЛСС-ВСП представляет собой единый аппаратно-программный комплекс, состоящий из скважинного зонда (рис. 1) с управляемым прижимом, с тремя встроенными ортогонально направленными сейсмоприемниками и измерительным модулем, подключаемого через телеметрический кабель к центральной регистрирующей системе на базе компьютера типа ноутбук через блок управления. С помощью грузонесущего кабеля обеспечиваются спускоподъемные работы на глубину до 100 и более метров.

Отличительной особенностью комплекса является его компактность, малый вес и возможность проведения ВСП в скважинах до глубин 100-150 м без использования специальных подъемников.



▲ Рис. 2. Пример азимутотраммы на скважине (X-, Y-, Z-компоненты)

Основные параметры комплекса:

- вес скважинного прибора, кг – 8;
- диаметр прибора, мм – 59;
- количество регистрируемых компонент – 3;
- мгновенный динамический диапазон, дБ – 130;
- разрядность АЦП, бит – 32;
- усилие прижима к стенке скважины, кг – 80;
- вес используемого телеметрического кабеля (100 м), кг – 8;
- система питания – аккумуляторная батарея 10÷45, А*ч, 12 В.

Скважинный прибор перемещается в скважине с использованием троса диаметром 4 мм, телеметрический кабель размечен по всей длине и по нему определяется глубина погружения скважинного прибора.

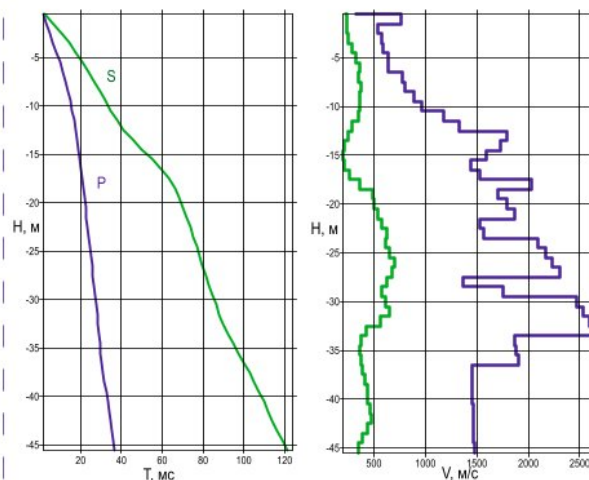
Основные задачи проведения ВСП для инженерных исследований:

- определение скоростей распространения продольных и поперечных волн в исследуемых грунтах;
- корреляционная увязка данных ВСП по площади исследований с геологической информацией при наличии нескольких скважин на площади исследований.

Приведем пример использования ВСП на одном из объектов строительства. На

рис. 2 представлена азимутотрамма одной из скважин при возбуждении на поверхности Р-волн. Регистрация проводится по трем компонентам X, Y, Z. Как видно из диаграммы, хорошо фиксируется первое вступление на Y- и Z-компонентах. Глубина скважины 46 м, измерения проводились с интервалом 1 м.

Результаты обработки в виде графиков интервальных скоростей и первых вступлений приведены на рис. 3.

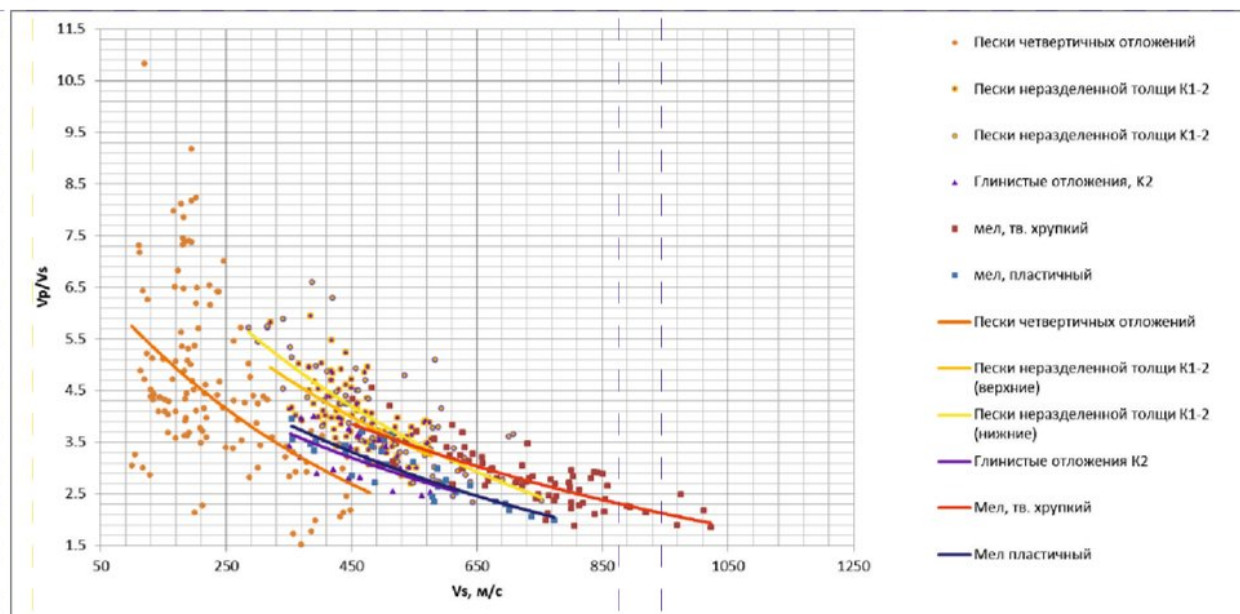


▲ Рис. 3. Графики интервальных скоростей и приведенные годографы первых вступлений.

В таблице приведены результаты расчета скоростных параметров, а также вычисленные значения отношений скоростей и коэффициента Пуассона.

▼ Табл. 1. Результаты расчета скоростей по скважине.

Наименование по данным бурения	H м	Vp м/с	Vs м/с	Vp/Vs	Vs/Vp	μ
Песок серый, в подошве слоя желтый, мелкий, влажный, полимиктовый	7.5	773	432	1.79	0.56	0.27
	8.5	808	469	1.72	0.58	0.25
	9.5	884	262	3.38	0.30	0.45
	10.5	970	275	3.53	0.28	0.46
	11.5	1181	207	5.70	0.18	0.48
	12.5	1332	182	7.32	0.14	0.49
	13.5	1792	195	9.18	0.11	0.49
	14.5	1725	247	7.00	0.14	0.49
	15.5	1595	195	8.18	0.12	0.49
	16.5	1438	195	7.37	0.14	0.49
	17.5	1523	237	6.42	0.16	0.49
Мел белый, пастообразный, с прослоями мела твердого, хрупкого, сильно влажного	18.5	2032	471	4.31	0.23	0.47
	19.5	1704	549	3.11	0.32	0.44
	20.5	1788	502	3.57	0.28	0.46
	21.5	1871	515	3.64	0.28	0.46
Мел белый, липкий, неоднородный, переслаивание около 10 см пастообразного и твердого мела, в прослоях твердого мела следы ожелезнения	22.5	1528	702	2.18	0.46	0.37
	23.5	1564	618	2.53	0.39	0.41
	24.5	2087	632	3.31	0.30	0.45
	25.5	2163	644	3.36	0.30	0.45
	26.5	2236	780	2.87	0.35	0.43
Песок крупный, плотный, кварцевый, влажный, с включениями дресвы мела до 1.0 см	27.5	2306	796	2.90	0.35	0.43
Мел белый, пастообразный, неоднородный, переслаивание пастообразного и твердого хрупкого по 10 см	28.5	1366	582	2.35	0.43	0.39
	29.5	1753	588	2.98	0.34	0.44
Песок светло -серо-зеленый, средней крупности, влажный	30.5	2470	594	4.16	0.24	0.47
	31.5	2531	701	3.61	0.28	0.46
	32.5	2590	708	3.66	0.27	0.46
	33.5	2647	420	6.30	0.16	0.49
Песок от темно - серого до светло - серого, средней крупности, кварцевый	34.5	1869	321	5.81	0.17	0.48
	35.5	1884	383	4.93	0.20	0.48
	36.5	1899	383	4.95	0.20	0.48
	37.5	1448	351	4.13	0.24	0.47
	38.5	1452	426	3.41	0.29	0.45
	39.5	1456	477	3.05	0.33	0.44
	40.5	1460	427	3.41	0.29	0.45
	41.5	1462	428	3.41	0.29	0.45
	42.5	1465	545	2.69	0.37	0.42
	43.5	1468	481	3.05	0.33	0.44
	44.5	1471	355	4.15	0.24	0.47
	45.5	1474	355	4.15	0.24	0.47



▲ Рис. 4. Кросс-плот V_p/V_s от V_s по восьми скважинам.

При наличии нескольких скважин строятся графики распределения кинематических атрибутов по группе скважин на площади исследований (рис.4).

Заключение

1. Комплекс ТЕЛСС-ВСП с телеметрической передачей данных от скважинного прибора обеспечивает высокое качество регистрируемой информации и позволяет получить значения интервальных скоростей по исследуемой скважине.

2. При проведении ВСП по нескольким скважинам появляется возможность прослеживания особенностей геологического строения среды по отдельным горизонтам на площади исследований.

Литература

1. Федотов С.А., Федотов А.С. Технологическое обеспечение качества результатов малоглубинных сейсмических исследований // Инженерная геофизика-2014: тезисы конференции. г. Геленджик, 2014 г.