



**М. В. Чертенков**  
**А. А. Алабушин**  
**А. Н. Касимов**  
**А. Е. Соболев**

ООО "ЛУКОЙЛ", МОСКВА  
ООО "ЛУКОЙЛ-КОМИ", УСИНСК  
ПЕТРОАЛЬЯНС СЕРВИСИС КОМПАНИ ЛИМИТЕД, МОСКВА  
ПЕТРОАЛЬЯНС СЕРВИСИС КОМПАНИ ЛИМИТЕД, МОСКВА

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ УПРУГИХ ВОЛН ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ С БИТУМИНОЗНОЙ НЕФТЬЮ

**АННОТАЦИЯ.** Неизбежной тенденцией, наблюдаемой в современной нефтедобывающей отрасли, является снижение доли лёгких нефтей. Запасы нефти, удобные для добычи традиционными методами, истощаются, поэтому значение разведки и разработки тяжёлой нефти непрерывно возрастает. Новые технологии исследований широко способствуют промышленному освоению высоковязкой нефти. Основными способами интенсификации добычи природных битумов и высоковязких нефтей являются тепловые методы. Особенностью этих методов является большая капиталоемкость в реализации. В связи с этим возникает задача регулирования процесса теплового воздействия с учётом конкретных геологических условий и свойств пород. Данная работа рассматривает возможность использовать технологии ВСП для контроля сейсмического параметра, реагирующего на паровую термообработку, - скорость  $P$ -волн.

Для повышения эффективности разработки битумных залежей необходим надёжный механизм контроля над процессом паротеплового воздействия. Определение положения фронта распространения тепловых полей как по латерали, так и по вертикали, контроль за эффективностью закачки пара имеют первостепенное значение для оптимизации разработки залежей.

Попытка оценить степень прогрева и выявить особенности распространения области прогрева нефтяного пласта для оценки эффективности теплового воздействия в ходе разработки залежи сделана на основе измерений кинематических и динамических параметров сейсмических волн.

Установлено что прогрев горной породы, насыщенной тяжёлой нефтью, приводит к изменению скорости распространения  $P$ -волн. На различных стадиях прогрева влияние температуры на скорость прохождения  $P$ -волн сказывается по-разному.

Объектом исследования влияния температуры на скорость распространения  $P$ -волн явились девонские

**M. V. Chertentkov, A. A. Alabushin, A. N. Kasimov, A. E. Sobolev.**  
**Investigation of dependency of elastic wave rate on temperature of rocks with bitumen oil.**

**ABSTRACT.** One of the most important tendencies observed in the oil production sector nowadays is decreased production of light and medium-density oils. Resources of oils easy-to-recover by conventional methods are being exhausted with a high rate. Meanwhile, resources of hard-to-recover heavy oils and petroleum bitumens are huge worldwide. That is why the importance of exploration and production of heavy oil is continuously increasing. New exploration technologies contribute to commercial recovery of heavy oils. The basic ways of an intensification of extraction of natural bitumens and heavy oils are heat exposure methods. Particular feature of these methods is the great capital intensity in realization. In this connection it is a problem of the control of process of thermal influence taking into account of particular geological conditions and properties of rocks. This work considers the possibility to utilize VSP technologies for monitoring of thermal oil recovery, which allow promptly monitor one of the most informative seismic parameters responding to steam-heat treatment -  $P$  wave velocity.

песчаники Ярегского месторождения. Для мониторинга процессов, связанных с прогревом пласта, были использованы три наблюдательные скважины. На каждой скважине скорости замерялись по 8 - 10 направлениям.

В процессе мониторинга проведены три этапа работ ВСП:

- 1-й этап - через 1,5 месяца с начала прогрева;
- 2-й этап - через 1 год;
- 3-й этап - через 2 года.

По результатам исследований 1-го и 2-го этапов работ проведён анализ изменения скорости  $P$ -волн, на основе которого выявлено увеличение скоростей на 5 - 7% в зонах паротеплового воздействия.

Для объяснения полученных экспериментальных данных были выполнены расчёты на основе метода полноволнового моделирования. Задавалась модель среды, включающая зоны прогрева с изменёнными скоростными характеристиками (рис. 1). При заданных скоростных свойствах среды в прогреваемых зонах на 5 - 7% выше, чем в основной среде, было получено со-



