

Изменение структуры ударных волн в насыпных средах при переотражении¹

Ахметов А.Т.^{*}, Азаматов М.А.^{**}, Мухаметзянов А.Ф.^{***}

^{*}Институт механики им. Р.Р. Мавлютова УФИЦ РАН, Уфа

^{**}Салым Петролеум Девелопмент Н.В., Москва

^{***}УГНТУ, Уфа

В ходе проведения экспериментов, направленных на исследование распространения ударных волн в газодонасыщенных насыпных средах установлены изменения в структуре эпюра давления переотраженных и проходящих в насыпную среду волн. Ударная труба [1] состоит из трех секций: камера высокого давления (КВД), камера низкого давления (КНД) и секция насыпных сред (СНС). Труба оснащена пьезоэлектрическими датчиками и системой L-Card для регистрации данных ПК. Использовались три датчика, первый – установлен на стенке трубы в КНД на расстоянии 13 калибров от диафрагмы, регистрирует профиль сформировавшейся ударной волны. Второй – на стенке СНС на глубине 2 см от уровня насыпки (расстояние до дна секции 243мм), третий – на дне СНС. В КВД производится плавный напуск газа через электромагнитный клапан. Давление разрыва диафрагмы, регистрируется тензометрическим датчиком. В качестве насыпных сред использовались: стеклянные шарики и песок. Распространение ударных волн изучалось в указанных средах при различной степени водонасыщенности (от 0 до 100%).

После разрыва диафрагмы, происходит формирование ударной волны, которая падает на поверхность насыпной среды, формируется отраженная волна и проходящая. Отраженная волна идет вверх, отражается от верхнего торца трубы и вновь распространяется вниз до поверхности насыпки, далее процесс повторяется. По показаниям датчиков были записаны эпюры давления на ПК. Анализ эпюры давления позволил установить следующие особенности:

1. После первого отражения на импульсе появляются осцилляции, порядка 30% от амплитуды импульса.

2. При падении на поверхность насыпки переотраженной волны, импульс на втором датчике, после прохождения слоя насыпки 2 см,

полого нарастает, на заднем фронте импульса формируется резкий пик. Его амплитуда на треть превышает амплитуду, полученную от исходной волны.

3. На донном датчике импульс имеет треугольную форму и остаточное давление. После падения переотраженной волны форма импульса практически повторяется, но амплитуда и остаточное давление удваивается.

4. Скорость распространения волны носит условный характер и соответствует времени между началом плавного нарастания на датчике №2 и резкому росту на датчике №3 - составляет 70 м/с. В то время, как при падении исходной волны скорость распространения была 233 м/с.

5. Второе переотражение дает похожую картину с меньшими амплитудами и еще более меньшей скоростью.

Описанная картина для сухих насыпок из стеклянных шариков и песка идентичны.

При наличии воды в порах песчаной насыпки эффект усиления переотраженной волны в слое песка (второй датчик) исчезает. В то время как в насыпке из стеклянных шариков некоторое усиление наблюдается.

При 100% водонасыщенности эпюры датчиков №1 и №2 от падающей и переотраженной волн различаются незначительно. Донный датчик дает подъем уровня сигнала и небольшой импульс.

При дегазации водонасыщенной насыпки как в шариках, так и в песке донный датчик повторяет показания второго датчика.

Можно отметить, что наиболее сильное изменение структуры импульсов проходящих через насыпную среду первичной и вторичной (переотраженной) волн наблюдается в сухих насыпках.

Список литературы:

- [1] Ахметов А.Т., Лукин С.В., Балапанов Д.М., Урманчеев С.Ф., Гумеров Н.М., Яхин И.К. Особенности распространения волн в песке при различной насыщенности // Труды ИМех УНЦ РАН, 2011, Уфа. – Вып. 8. – С. 24-373