

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С МОДЕЛЯМИ ВИСЯЧИХ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ СВАЙ

Карпюк И. А., Карпюк В. М., Колесников Л. И., Кубийович Н. И.,
Карпюк Ф. Р. (Одесса)

Исследования взаимодействия моделей призматических свай с грунтом в процессе их погружения вдавливанием или забивкой, выполненные по методике [1], показали, что при достаточном заглублении сваи выпор грунта под ее нижним концом носит локальный характер. Частицы грунта, расположенные значительно ниже пяты сваи, перемещаются, преимущественно, вниз с отклонением в сторону, а вблизи пяты сваи – в горизонтальном направлении с незначительным отклонением вверх. Эти результаты хорошо согласуются с данными [2] и подтверждают известный вывод о том, что грунт под нижним концом сваи раздвигается, в основном, в стороны и доуплотняется. Но, при этом, в относительно узкой полосе, примыкающей к пяте сваи, возникает зона концентрации как горизонтальных (рис. 1.1), так и вертикальных (рис. 2) напряжений, до 10 раз превышающих напряжения в других уровнях. С учетом принятой Б.В. Бахолдиным и П.И. Ястребовым [3] терминологии назовем эти напряжения пиковыми. При дальнейшем погружении сваи наблюдается перемещение указанной зоны вместе со смещением пяты сваи вниз и резкое падение как горизонтальных, так и вертикальных пиковых напряжений. Отсюда следует, что данный грунт не является чисто упругим материалом даже после его доуплотнения, а особым упруго-пластическим телом.

После «отдыха» через сутки производили испытание сваи на вертикальную статическую вдавливающую нагрузку и фиксировали некоторый рост горизонтальных (рис. 1.2, 1.3) и вертикальных, так называемых, рабочих напряжений в грунте вплоть до ее срыва, а также снижение их до остаточных напряжений после снятия нагрузки.

С увеличением глубины значения пиковых, рабочих и остаточных

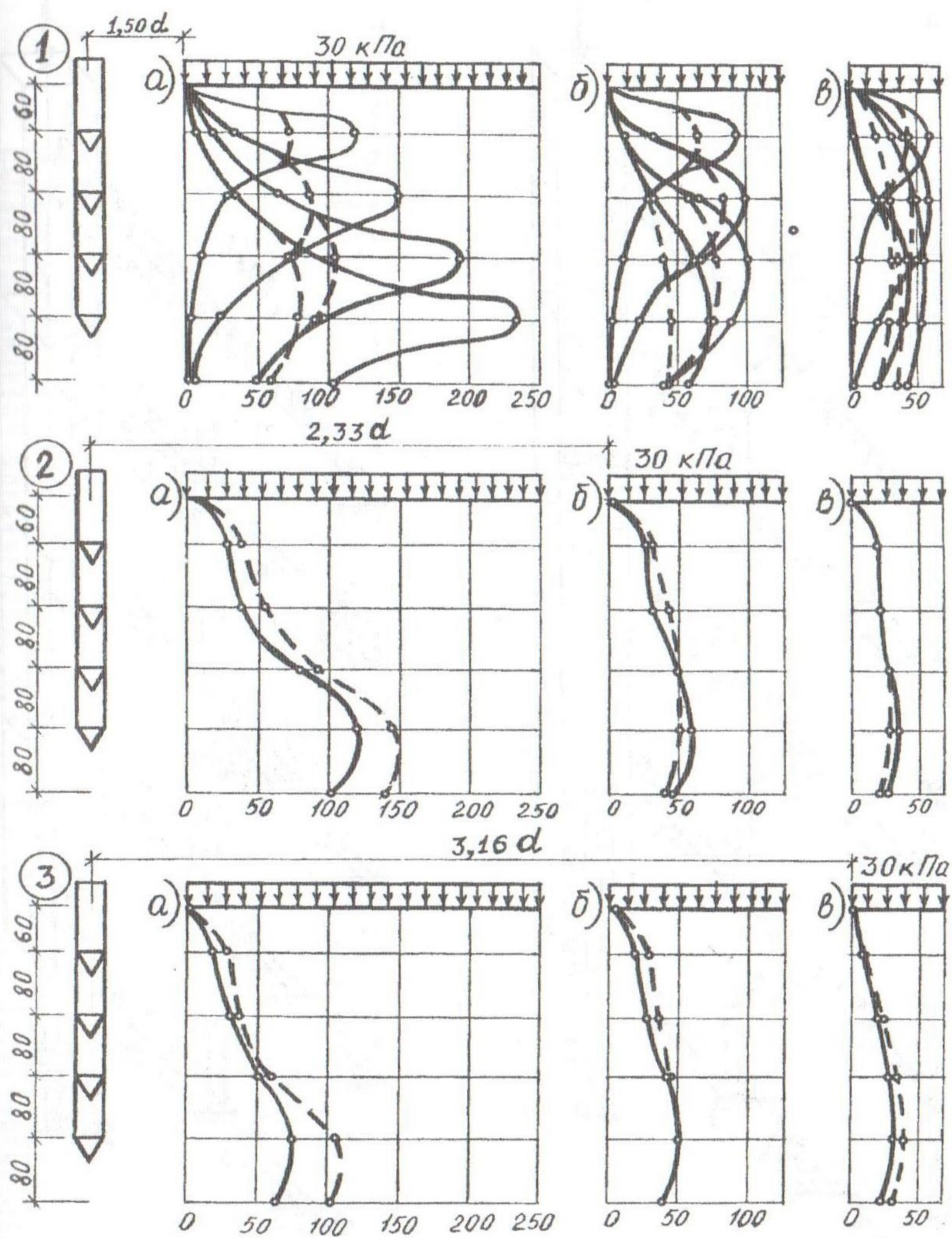


Рис. 1. Изменение горизонтальных пиковых ①, рабочих ② и остаточных ③ напряжений (кПа) в песчаном грунте ($D = 0,50$ мм, $\rho_d = 1,45$ т/м³, $w = 3,5\%$) по высоте модели висячей призматической сваи, погруженной вдавливанием (—) и забивкой (-----).

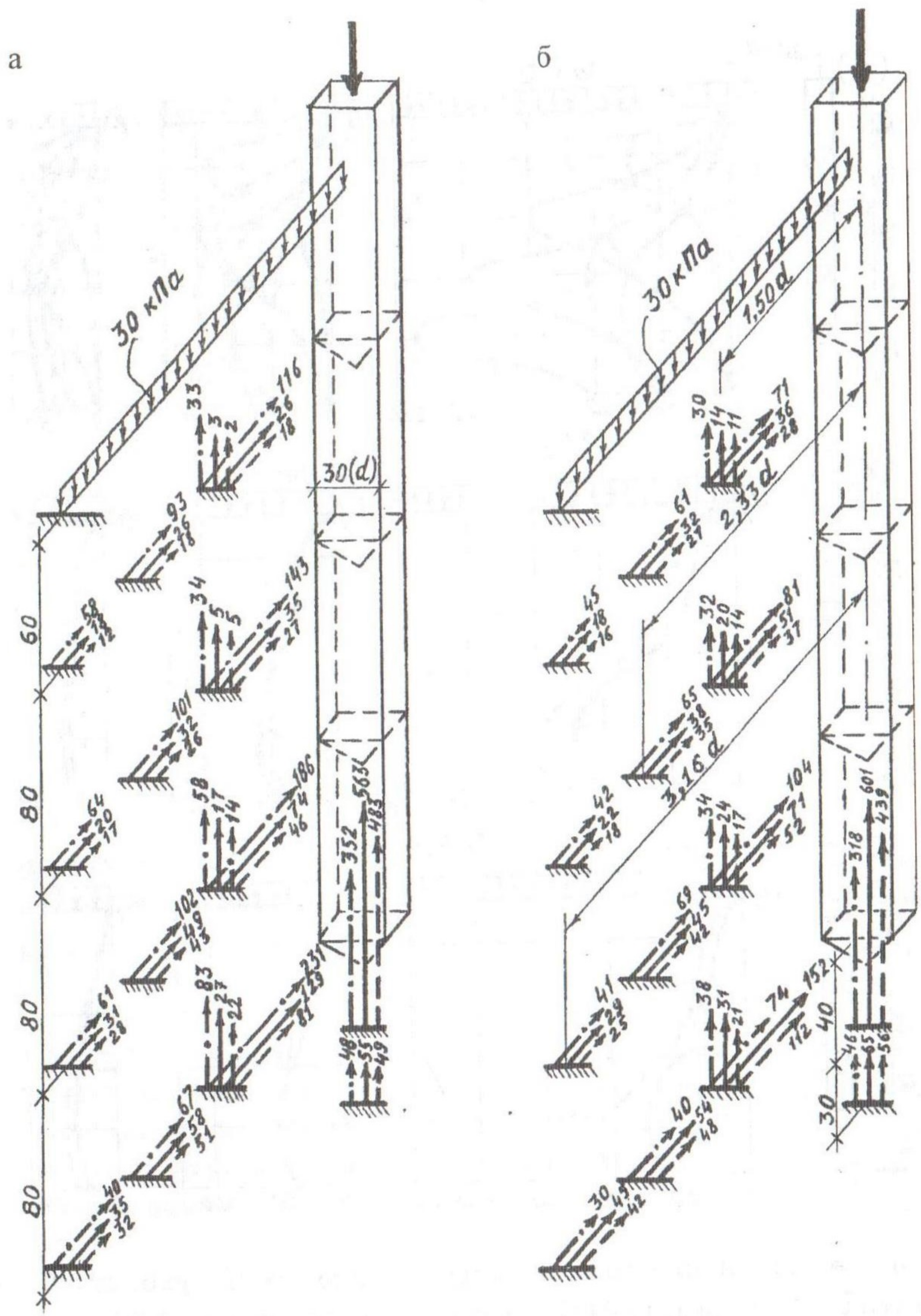


Рис. 2. Распределение вертикальных и горизонтальных пиковых (—•—), рабочих (—→), остаточных (---→) напряжений (кПа) в песчаном грунте (15-й «нулевой» опыт), окружающем вдавленную (а) и забивную (б) модели свай.

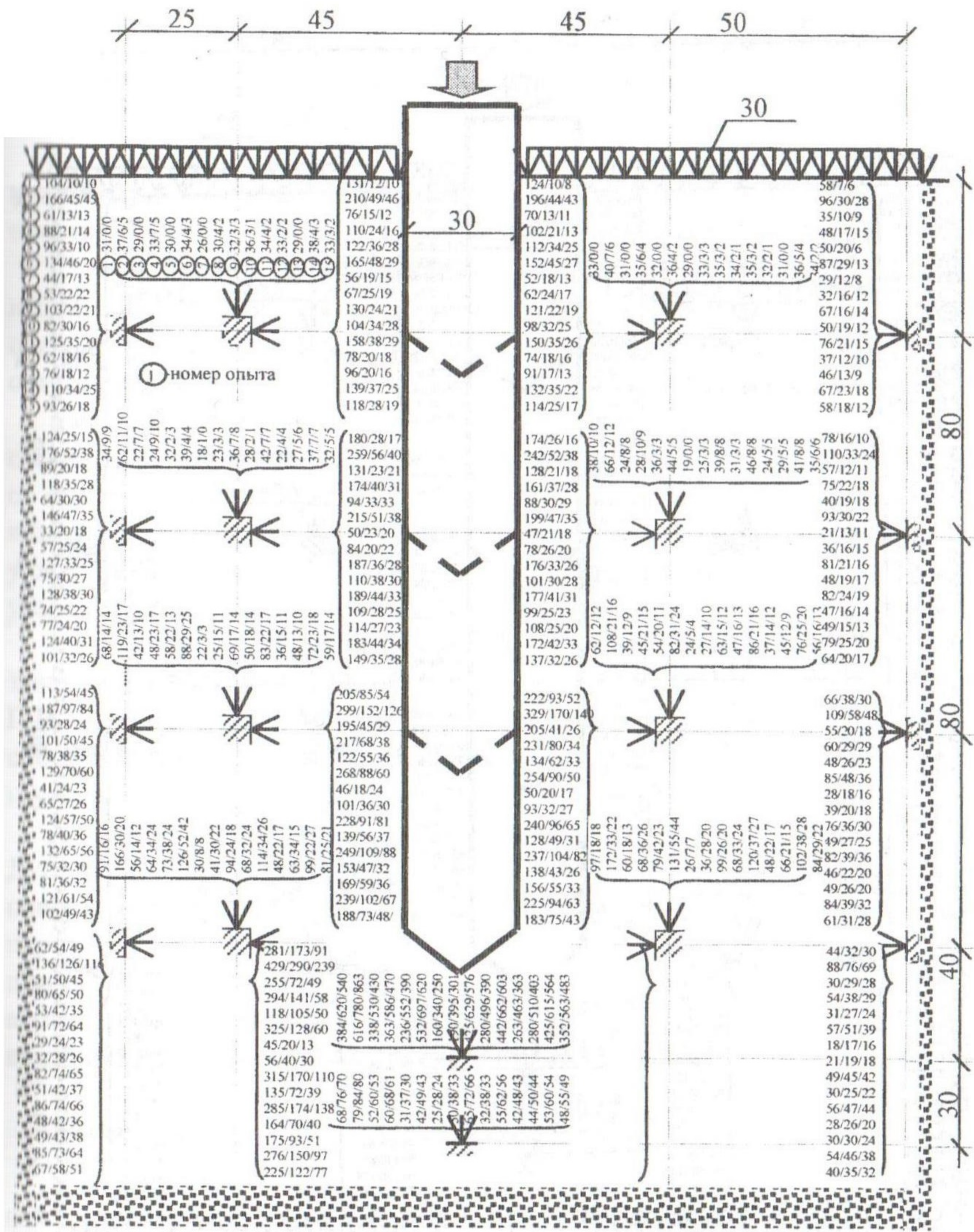


Рис. 3. Средние значения напряжений (пиковых/ рабочих/ остаточных, кПа) в песчаном грунте при погружении моделей свай вдавливанием (I серия) с последующим их испытанием вдавливающей нагрузкой и разгрузкой.

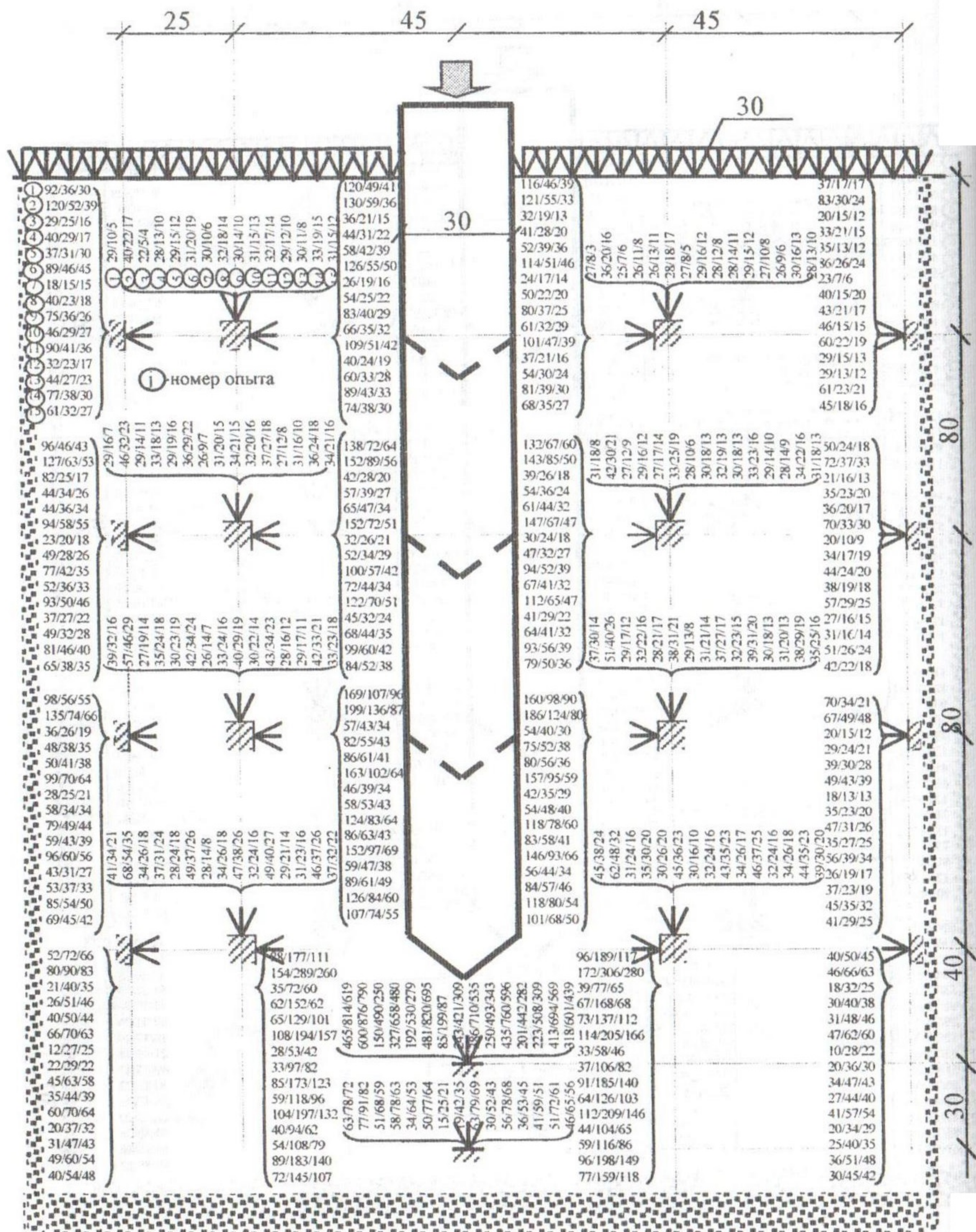


Рис. 4. Средние значения напряжений (пиковых/ рабочих/ остаточных, кПа) в песчаном грунте при погружении моделей свай забивкой (II серия) с последующим их испытанием вдавливающей нагрузкой и разгрузкой.

напряжений в грунте по длине ствола сваи возрастают, а по мере удаления от ее оси – уменьшаются (рис. 1.б, 1.в). Отношение между измеренными значениями горизонтальных и вертикальных давлений в грунте по длине сваи колеблется в пределах 2,5...5,0.

Датчики давления под пятой сваи (рис. 2) показывают увеличение вертикальных напряжений до пиковых при ее заглублении до проектной отметки. После «отдыха» сваи эти напряжения уменьшились на 30...90%

С увеличением прикладываемой нагрузки и нарастанием осадок напряжения в этом месте увеличиваются до рабочих, в 1,6...1,9 раза превышающих пиковые. После снятия нагрузки они уменьшаются до остаточных, которые также превышают пиковые в 1,3...1,4 раза.

Уменьшение значений пиковых напряжений при забивке сваи по сравнению с таковыми при ее вдавливании на некотором расстоянии (1,5*d*) от оси сваи объясняется, по-видимому, тем, что при динамическом воздействии песчаный грунт в непосредственной близости от тела сваи уплотняется в большей степени, чем при вдавливании, а на некотором удалении от нее – в меньшей.

Выполненные исследования показали на целесообразность использования решения смешанной задачи теории упругости и разработанной П.И.Яковлевым технической теории предельного равновесия грунтовой среды, с помощью которой можно определять не только размеры грунтового ядра под пятой сваи, а и очертание зоны его выжимания.

Для практической реализации предложения П. И. Яковлева и М. П. Дубровского [4] по определению сопротивления сваи по боковой поверхности через боковое давление грунта необходимо осуществить переход от его «упругих» к частично упругим свойствам с учетом полученных соотношений пиковых и рабочих горизонтальных и вертикальных напряжений в песках различной крупности, плотности и влажности, а также способа ее погружения (рис. 3, 4).

Литература

1. Карпюк И. А., Новский А. В. Использование математической теории планирования эксперимента в исследовании несущей способности свай и их взаимодействия с окружающим грунтом // Сб. трудов 4-ой Укр. научно-техн. конф. по механике грунтов и фундаментостроению. Выпуск 53, кн. 1. – Киев, НИИСК, 2000. – С. 430 – 433.

2. Бахолдин Б. В., Ястребов П. И. Анализ результатов комплексных экспериментальных исследований взаимодействия грунта с забивными сваями. // НИИОСП им. Н. М. Герсевича – 70 лет: Труды института. – М.: НИИОСП

Н. М. Герсевичева, 2001. – С. 100 – 110.

3. Бахолдин Б. В., Ястребов П. И., Чашихина Л. П. Особенности напряженно-деформированного состояния грунтов при погружении в них свай. // Труды междунар. семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям. / Перм. гос. тех. универ-т. – М., 2000. – С. 153 – 156.

4. Яковлев П. И., Дубровский М. П. Определение несущей способности свай с учетом бокового давления и взаимных смещений грунта и свай. // Труды II Всесоюзной конф. «Современные проблемы свайного фундаментостроения в СССР» (Расчет и проектирование свай и свайных фундаментов). – Пермь: Пермский политехн. институт. – 1990. – С. 63, 64.