

Кириленко Д.В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, проф.
Кочерженко В.В.
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ С ВМЕЩАЮЩЕЙ ГРУНТОВОЙ СРЕДОЙ

Несущую способность буронабивных свай складывается из сопротивления грунта под нижним концом сваи и силы трения на контакте «бетон-грунт». Сопротивление грунта под нижним концом определяется расчетным сопротивлением грунта и площадью сваи.

Сила трения по боковой поверхности определяется площадью боковой поверхности, расчетным сопротивлением грунта по боковой поверхности и коэффициентом работы грунта по боковой поверхности сваи. Первые два показателя определяются достаточно точно. Коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности буронабивной-сваи определяется взаимодействием бетонной смеси сваи с вмещающей грунтовой средой. Взаимодействие бетонной смеси с грунтом определяется рядом следующих факторов:

- способ образования скважины;
- гидрогеологические условия вмещающей среды (вид и состояние грунта);
- способ укладки бетонной смеси;
- состав бетонной смеси;
- продолжительность периода с момента приготовления смеси, до ее укладки в скважину и др.

Рядом авторов установлено, что бетонная смесь в скважине при ее укладке свободным сбросом испытывает динамическое уплотнение падающей массой. В дальнейшем смесь находится под статическим давлением столба, ее температура и влажность резко отличаются от температуры и влажности окружающего грунта. Так как бетон на прямую контактирует с грунтом происходит интенсивный влага и теплообмен между ними. Проведенные опыты показали, что остывание бетона в сваях происходит плавно, сохраняя длительное время (более 10 суток) температуру около +25°C. Через сутки после начала твердения в центре скважины бетон разогревается до +38°C, а на контакте с грунтом до +25°C.

Непрерывная укладка подвижной бетонной смеси в скважину оказывает существенное влияние на давление в бетонной смеси в процессе ее твердения. В работе с помощью струнных датчиков (для снятия их показаний использовали прибор ПКП-1) была установлена динамика изменения вертикального давления бетонной смеси (J) на глубине 16 м, в скважине диаметром 1 м. (рис.1) от времени бетанизирования. Вмещающая грунтовая среда при этом была представлена суглинистыми макропористыми грунтами с высоким коэффициентом фильтрации влаги. Данные изменения вертикального давления бетонной смеси от времени бетонирования приведены (рис. 1). Анализ полученных результатов показывает, что через 80-90 минут после начала бетонирования на глубине 16 м. происходит резкое падение давления бетонной смеси. По нашему мнению падение давления бетонной смеси связаны с качественными изменениями в бетоне, которые оказывают влияние на взаимодействие бетонной сваи с вмещающей грунтовой средой. Если до 80-ой минуты бетонная смесь практически не испытывает сил трения со стороны окружающего грунтового массива, то с началом твердения бетона (80-100 минут после укладки смеси) по периметру скважины возникают силы трения, которые возникают в нижней части ствола сваи и постепенно формируется в направлении снизу вверх по мере истечения 80-100 минут после укладки бетонной смеси в скважину.

Миграция влаги на контакте «бетон-грунт» во многом определяет прочность бетона и его усадку. В литых бетонных смесях создается большое количество свободной воды, а давление собственного веса смеси в скважине достигает значительных величин (см. рис. 1). Это приводит к интенсивной потере бетоном свободной воды и ее просачивание в окружающий грунт (при значительном коэффициенте фильтрации K_f). При этом, из-за перемещения влаги уменьшается объем бетонной смеси (это видно по интенсивному уменьшению ее уровня в скважине на 20-40 см.). В период схватывания цемента происходит потеря подвижности смеси и прекращается уменьшение ее уровня в скважине. Дальнейшее передвижение влаги происходит без уплотнения смеси. Оно способствует усадке и образованию различных пор в бетоне. Исследованиями установлено, что необходимо знать когда происходила потеря влаги из бетона: до или после достижения им критической прочности (образования скелета). Если потеря влаги происходит до начала схватывания цемента, то уменьшение объема бетонной смеси сопровождается взаимным перемещением частиц, уменьшением ее уровня в скважине. Если потеря влаги происходит

после образования скелета бетона, то усадка сопровождается уменьшением геометрических размеров сваи и образованием некоторого зазора на контакте «бетон-грунта».

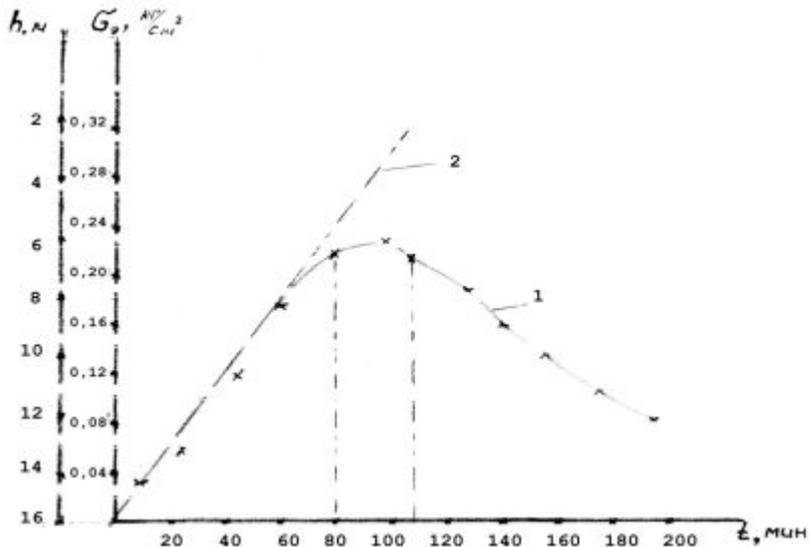


Рис.1 Зависимость вертикального давления бетонной смеси от времени бетонирования и глубины сваи: 1- экспериментальная
2- теоретическая

Динамика изменения контактного напряжения между стволом сваи и грунтом, во время набора прочности бетоном и нагружения сваи, согласно приведен на (рис.2).

Кривые представленные на рис.2 подтверждают, что твердение бетонной массы уложенной в скважину и связанные с ним процессы, происходят впервые 12 часов. При этом бетонная смесь, переходя из жидкого состояния в твердое, с вмещающей грунтовой средой взаимодействует иначе, чем до твердения.

Находясь в жидком состоянии, бетонная смесь воздействует на грунт гидростатическим давлением, которое после твердения и усадки бетона не взаимодействует с окружающей грунтовой средой (см. кривую 1, рис.2), при нагружении ствола сваи значительными нагрузками (30-80тн) он деформируется в поперечном направлении и контактное давление резко увеличивается (см. кривую 2, рис.2). При

этом увеличивается и сила трения по боковой поверхности сваи, причем чем больше возможные давления, тем больше сила трения.

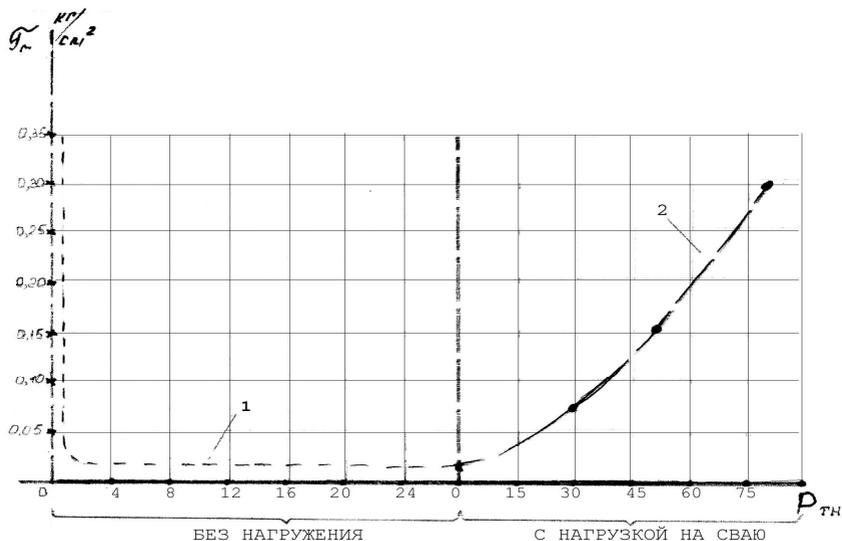


Рис.2 Зависимость радиального давления на контакте «боковая поверхность сваи-грунт» на глубине 16,0 метров (диаметр сваи 1,0 м):

- 1- от времени (с момента укладки)
- 2- от вертикальной нагрузки на сваю.

Для увеличения силы трения по боковой поверхности сваи можно порекомендовать несколько способов:

- использовать для бетонирования свай расширяющиеся бетоны;
- использование на определенной стадии невзрывного разрушающего вещества (НРВ) для увеличения контактного давления между свайей и грунтом.
- использование механических расширителей (раскатчиков) для уплотнения бетонной смеси прилегающей к грунту послойно.