

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ОПОР КРУПНОГАБАРИТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ЕГО ЗАМЕНЕ

Новский А.В., Дзюба С.В., Михайлов А.А., Павлюк Г.П. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

**Рассматриваются нестандартные решения при техническом перевооружении предприятий в условиях действующего производства.**

При переоборудовании технологических линий современных промышленных предприятий и замене действующего оборудования достаточно часто возникает проблема, связанная с фактическим несоответствием новых агрегатов габаритным размерам и весовым характеристикам демонтируемых элементов технологической цепи. При этом, как правило, перенос технологических агрегатов на новое место невозможен вследствие стесненности сложившегося прилегающего пространства и особенностей производственного процесса. Кроме этого, длительная остановка оборудования, связанная с производством работ по его замене, на предприятиях непрерывного производственного цикла, влечет огромные экономические потери в виде недополученной прибыли. Таким образом, все вышеперечисленное заставляет искать нестандартные подходы при выборе конструктивных схем опор вновь монтируемых крупногабаритных установок.

С подобной проблемой столкнулись сотрудники Одесской государственной академии строительства и архитектуры при размещении дегазатора секции очистки  $\text{CO}_2$  одной из производственных линий Одесского припортового завода. Дегазатор, разработанный французской фирмой "Ammonia casale S.A.", вес которого в период гидравлических испытаний превышает 105 тонн, планировалось установить на месте кипятильной установки, имеющей меньшие габаритные размеры и вес около 40 тонн. Размещение дегазатора в другом месте по технологическим причинам исключалось, а период возможной остановки производства по экономическим соображениям не должен был превышать 10 дней.

Действующая кипятильная установка, согласно проекта разработанного в 1975 году французской фирмой "ENSA Entreprise Generale Paris", была смонтирована на железобетонных столбчатых опорах же-

стко заземленных у торцевой грани общего плитного фундамента двух башенных технологических установок, имеющих высоту около 50 м. Монолитная плита данного фундамента (см. рис. 1) имеет размеры в плане 15×27 м и толщину в центральной части до 2,2 м, от которой в направлении ее сторон идут уклоны, в соответствии с которыми толщина уменьшается до 1 м. В местах расположения башенных установок на плите были предусмотрены приподнятые на 1,15 м восьмигранные участки.

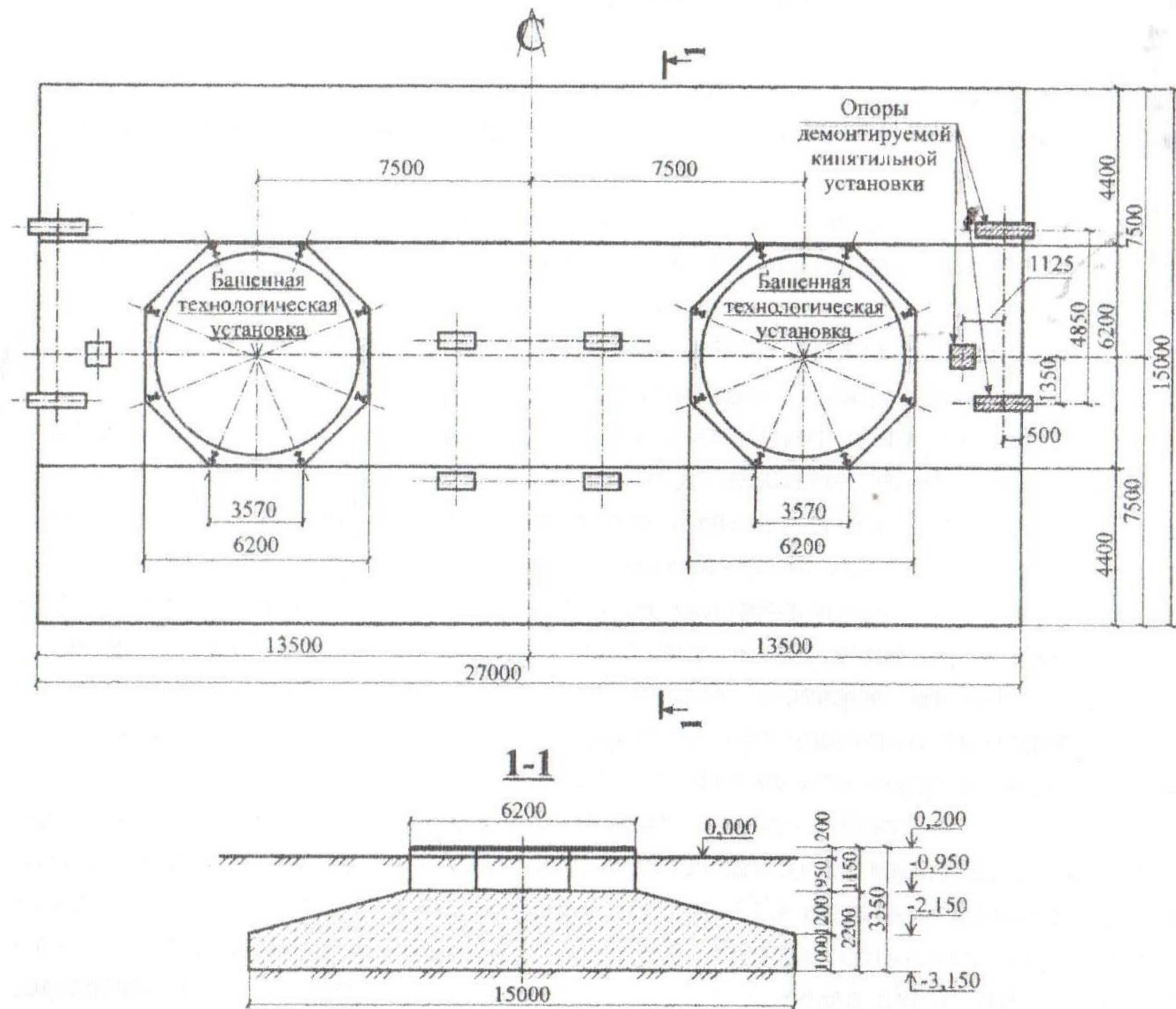


Рис. 1. Плита фундамента башенных технологических установок

Проведенные обследования строительных конструкций и оснований, а также изучение проектной документации позволили сделать вывод о недопустимости простой замены кипятильной установки дегазатором, т.к. это могло бы повлечь неравномерные осадки основания фундаментной плиты, влекущие за собой сверхнормативный уклон технологических башен. В тоже время существовала необходимость



Подземная часть запроектированных опор (рис. 3, 4) представляла собой распределительные балки, опертые одним концом на существующий плитный фундамент в непосредственной близости от одной из технологических башен, а вторым — на ростверки, объединяющие по три буронабивные сваи, имеющие диаметр 200 мм и длину 10 м. Расположение верхней металлической части опор на распределительных балках было выбрано таким образом, чтобы нагрузка от новой установки, приходящаяся на плитный фундамент технологических башен, не превысила существовавшей ранее нагрузки в 40 тонн. При этом данный фундамент получил частичное разгружение вследствие заметного уменьшения эксцентриситета приложения нагрузки.

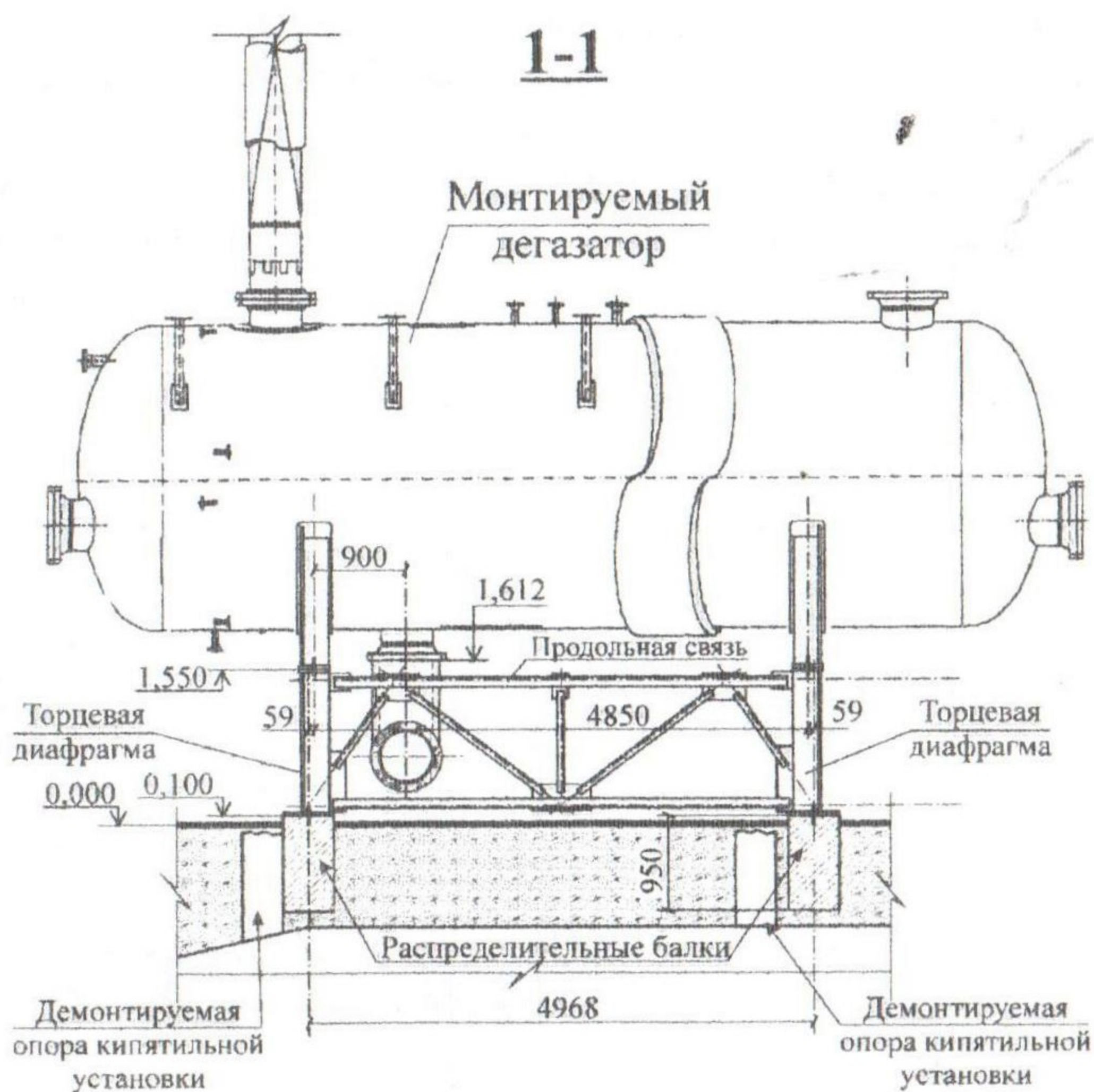


Рис. 3. Боковой разрез опор дегазатора

Надземная часть опор включала торцевые диафрагмы и продольные связи. В качестве торцевых конструкций диафрагмы были выбраны из соображений быстроты и простоты их монтажа. Продольные связи были решены сквозными. Конфигурация их решетки была назначена из условия пропуска площадочных трубопроводов, положение которых строго регламентировалось технологическими требованиями.

С целью подтверждения несущей способности свай, принятой в проекте модернизации опор, были выполнены контрольные статические испытания буронабивной сваи СБН 100.20, не входящей в состав свайных кустов фундаментов. Анкерами служили выполненные свайные кусты, состоящие из 3-х свай каждый.

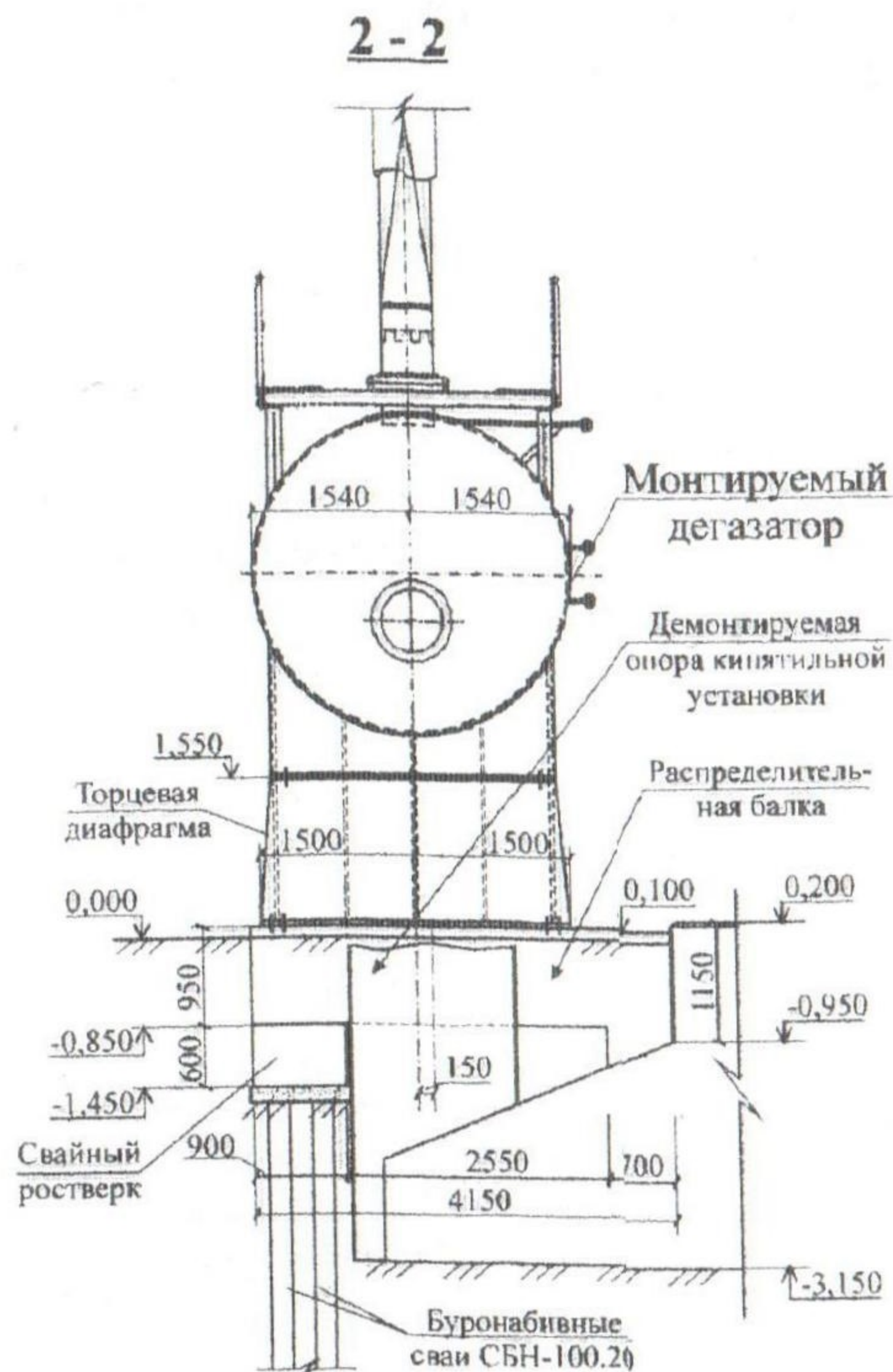


Рис. 4. Торцевой разрез опор дегазатора

Согласно результатам геологических изысканий буронабивные сваи прорезают следующие инженерно – геологические элементы (ИГЭ) сверху вниз:

- ИГЭ 1 — Насыпной слой, представленный грунтовым перевалом и строительным мусором, мощностью 0,2 м;
- ИГЭ 2 — Суглинок лессовидный, светло-желтый, полутвердой консистенции, мощностью 2,3 м;
- ИГЭ 2<sup>1</sup> — Суглинок лессовый, бурый, тугопластичной консистенции, мощностью 0,4 м;

- ИГЭ 3 — Суглинок лессовый, бурый, полутвердой консистенции, мощностью 1,4 м;
- ИГЭ 4 — Суглинок лессовый, светло-желтый, тугопластичной консистенции, мощностью 0,9 м;
- ИГЭ 5 — Супесь серо-желтая, пластичная, мощностью 1,5 м;
- ИГЭ 6 — Глина зеленовато-серая, твердая, мощностью 0,8 м;
- ИГЭ 7 — Известняк выветрелый, мощностью 0,5 м;
- ИГЭ 8 — Известняк-ракушечник, плитчатый, низкой прочности, мощностью 2 м.

Буронабивные сваи были заглублены на 2,0 м в ИГЭ 8 – известняк-ракушечник.

Статические испытания грунтов натурной буронабивной сваей были выполнены согласно требованиям ДСТУ [3].

По проекту расчетная нагрузка на сваю СБН 100-20 была принята равной 150 кН. В соответствии с рекомендациями ДСТУ нагрузка на опытную сваю была доведена до полуторной величины, равной 225 кН, после чего была передана еще одна ступень, равная 25 кН.

Осевая вдавливающая статическая нагрузка на сваю передавалась гидравлическим домкратом ДГО – 100 с автономной насосной станцией. Упором для домкрата служила стальная балка из двух швеллеров №30, которая посредством стержней приваривалась к выпускам арматуры анкерных свай. Общий вид установки приведен на фото рис. 5.

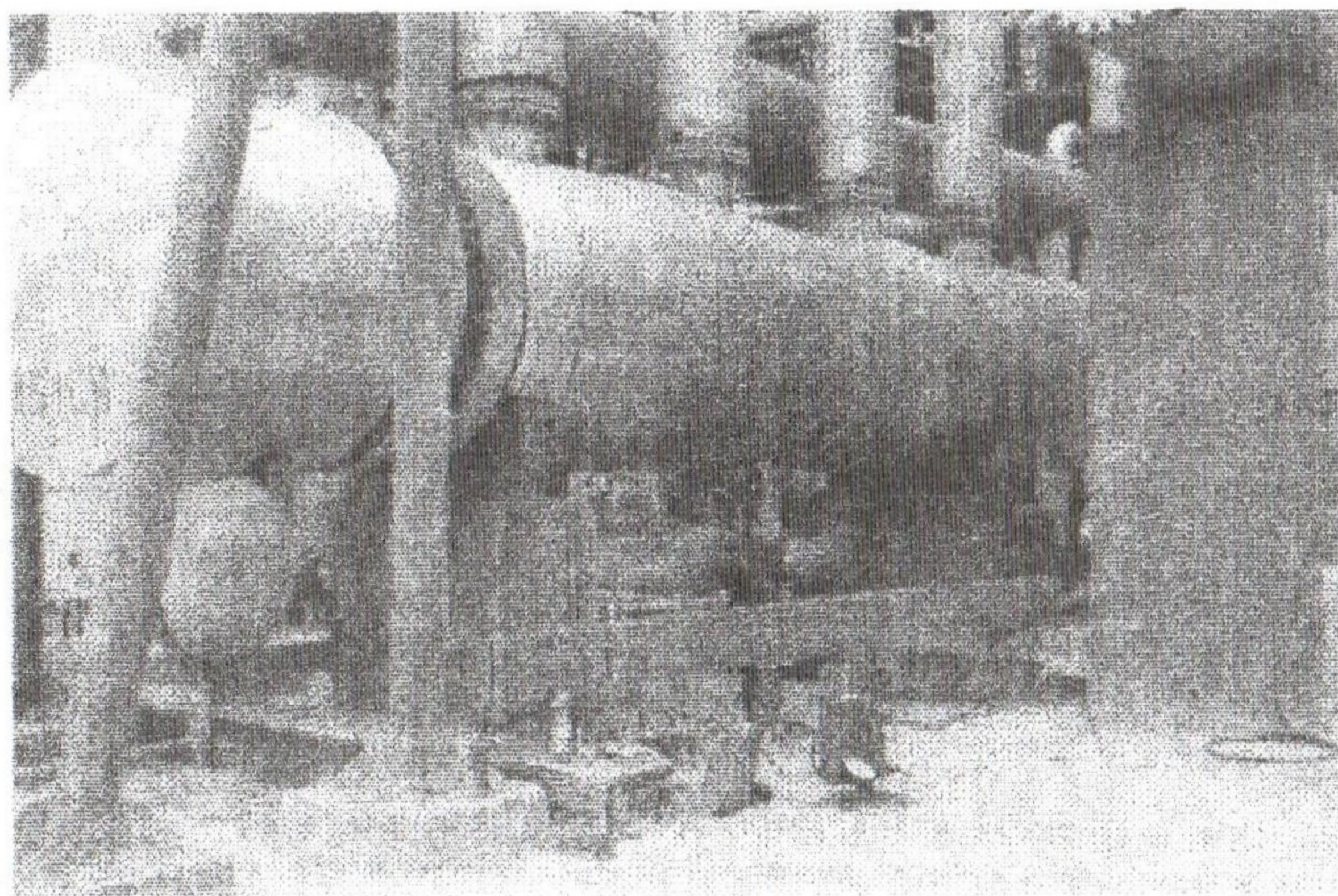


Рис. 5. Проведение испытания свай под действующей кипятильной установкой

Определение перемещения сваи в процессе испытаний выполнялось по двум прогибомерам Максимова с ценой деления 0,1 мм, установленных на реперной системе.

По результатам замеров перемещений определялась осадка испытуемой сваи, что позволило построить график зависимости осадки от нагрузки  $P$  и времени  $t$ ,  $S = f(P, t)$  и графики зависимости осадки  $S$  от  $P$ ,  $S = f(P)$ . Графики  $S = f(P, t)$  и  $S = f(P)$  приведены на рис. 6, 7.

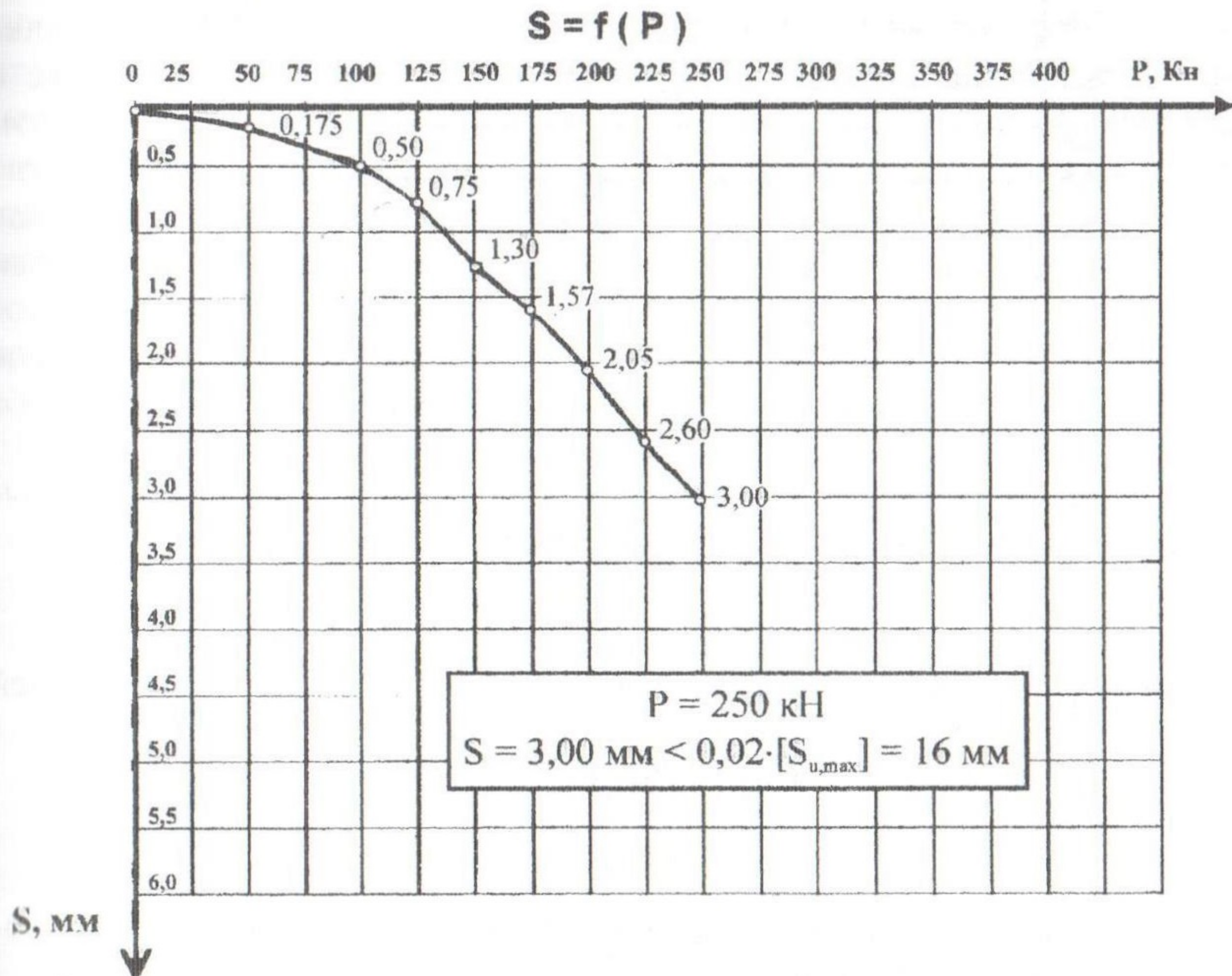


Рис. 6. График зависимости осадки сваи от нагрузки

Величина осадки, при которой определяется частное значение предельного сопротивления сваи  $F_u$  вдавливающей нагрузке, определяется по формуле:

$$S = 0,2 \cdot S_{u,mt} = 0,2 \cdot 8 = 1,6 \text{ (см)} = 16 \text{ мм},$$

Поскольку число свай, испытанных на площадке, составляет меньше шести штук, нормативное значение предельного сопротивления сваи следует принимать равным наименьшему предельному сопротивлению, полученному по результатам испытаний, т.е.  $F_{u,n} = F_{u,min} = 250 \text{ кН}$ .

где:  $S_{u,mt}$  — средняя предельная осадка согласно СНиП 2.02.03-85.

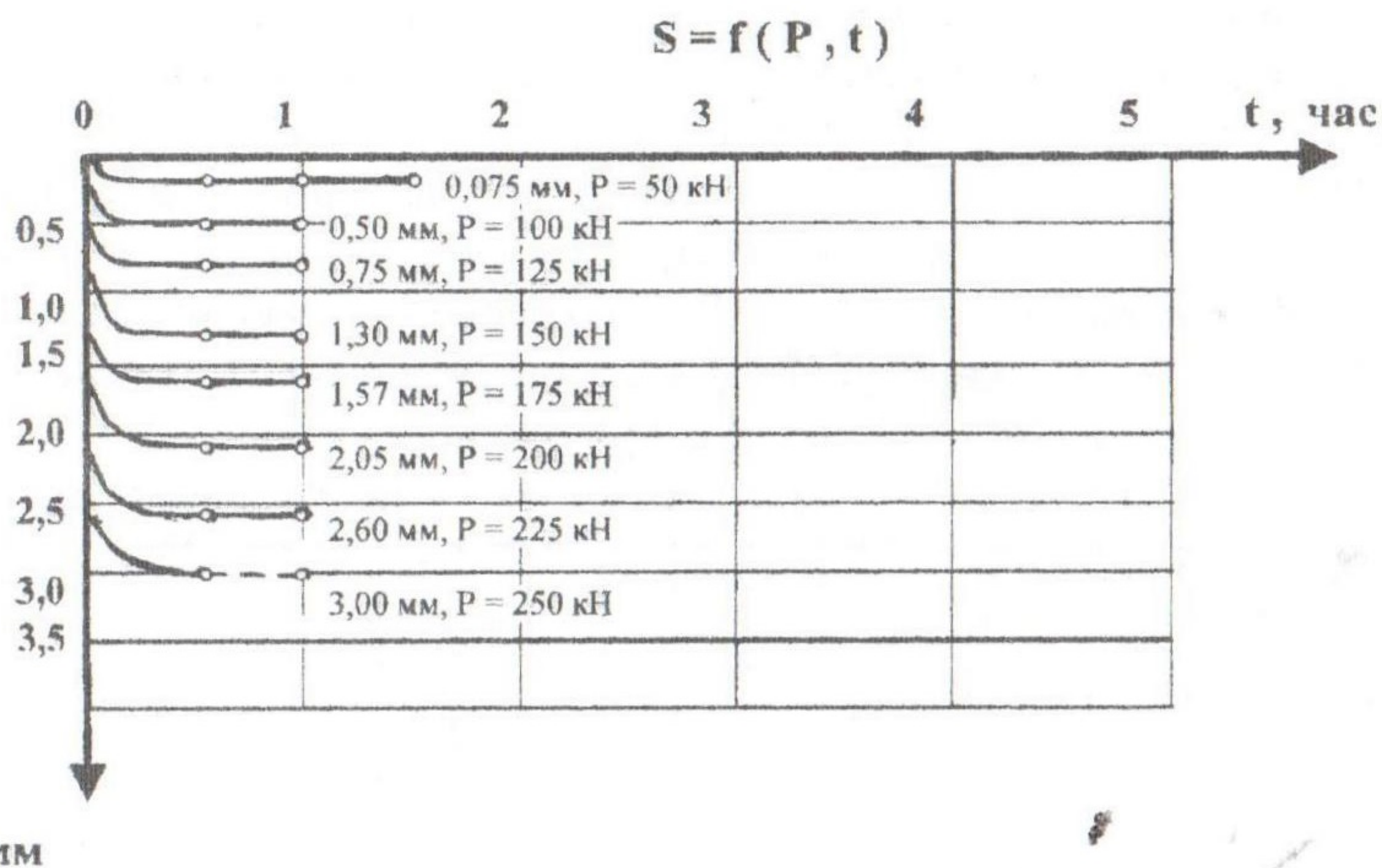


Рис. 7. График зависимости осадки сваи от нагрузки во времени

Несущую способность буронабивной сваи по результатам ее испытаний вдавливающей нагрузкой определили по формуле

$$F_d = Y_c \cdot F_{u,n} / Y_g,$$

где:  $Y_c$  — коэффициент условий работы, в случае вдавливающей нагрузки  $Y_c = 1,0$ ;

$Y_g$  — коэффициент надежности по грунту.

$$F_d = 1,0 \cdot 250 / 1,0 = 250 \text{ кН.}$$

Расчетную нагрузку на сваю по результатам статических испытаний определили по формуле:

$$N = F_d / Y_k,$$

где:  $N$  — расчетная нагрузка, передаваемая на сваю,

$Y_k$  — коэффициент надежности, равный 1,2, если несущая способность сваи определяется по результатам полевых испытаний статической нагрузкой.

$$N = 250 / 1,2 = 208 \text{ кН.}$$

Таким образом, проведенные статические испытания одиночной буронабивной сваи СБН 100.20 на площадке реконструкции фундаментов под дегазатор подтвердили принятую в проекте расчетную нагрузку, равную 150 кН, при этом резерв несущей способности составляет не менее 58 кН.



## *Выводы*

Выбору окончательного конструктивного решения модернизируемых опор крупногабаритного оборудования должно предшествовать детальное обследование существующих строительных конструкций и их оснований, а также изучение проектной и исполнительной документации (в случае ее наличия), при этом, такие решения, как правило, являются компромиссом между конструкционной целесообразностью и экономико-технологической необходимостью. При выборе фундаментов таких конструкций в условиях стесненности прилегающей территории наиболее удобными становятся компактные фундаменты на основе буронабивных свай. Надземными же конструкциями, максимально соответствующими условиям лимитированных сроков производства работ, являются металлические, при этом их решения должны предусматривать максимальную скорость и минимальную трудоемкость монтажа.

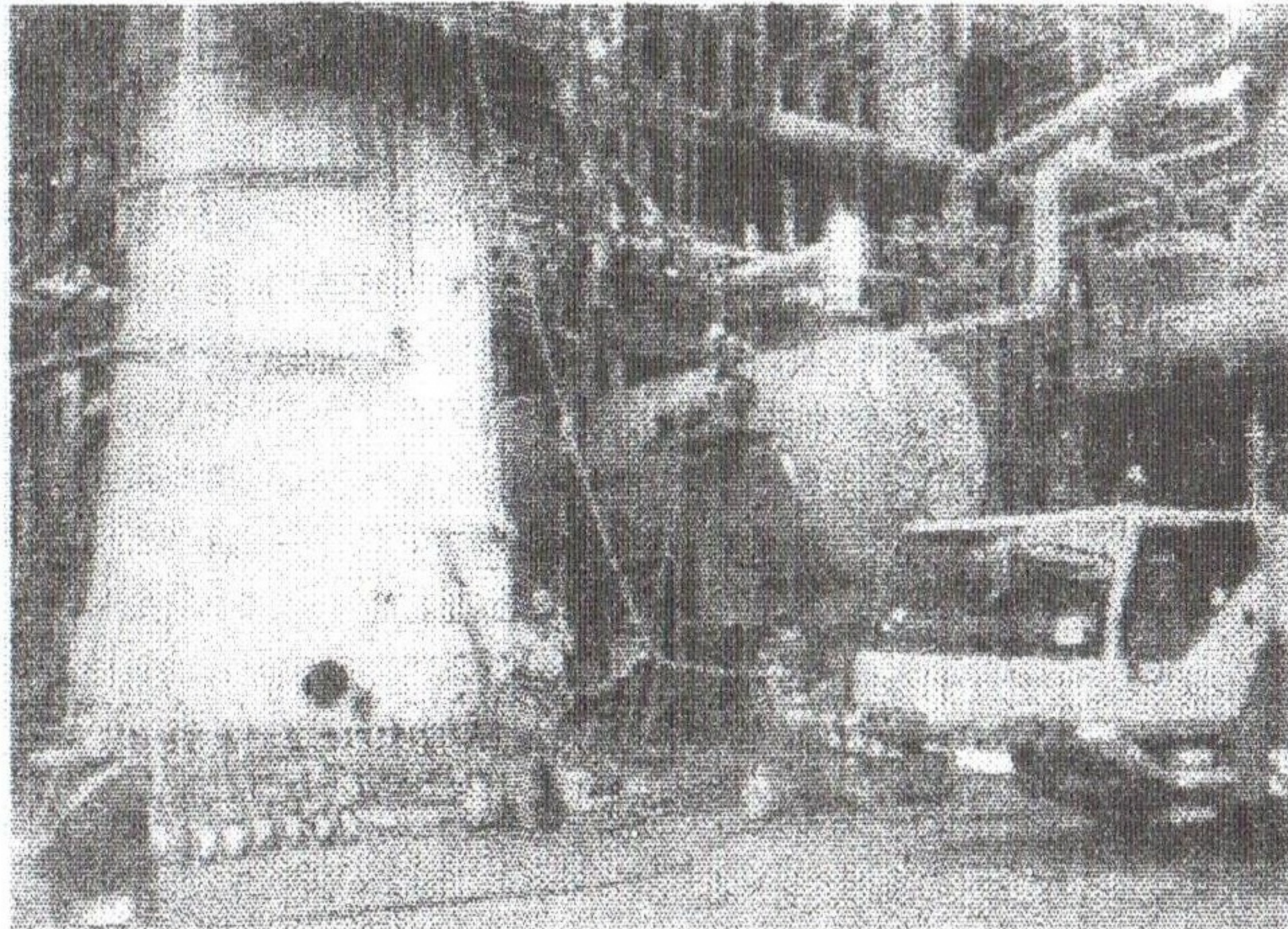


Рис. 8. Дегазатор секции очистки  $\text{CO}_2$  в процессе монтажа

## *Литература*

1. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам. — М.: ЦНИИПромзданий, 1989.
2. Кузнецов В.В. Справочник проектировщика. Металлические конструкции. Том 3. Реконструкция, обследование, усиление и испытание конструкций зданий и сооружений. — М.: ЦНИИпроектстальконструкция им. Мельникова, 1999.
3. ДСТУ Б.В.2. 1-1-95 (ГОСТ 5686-94) Грунти. Методи польових випробувань палями. Держкомітет будівництва. К., 1997, с. 58.