

# Статические испытания горизонтальными нагрузками швартовно-отбойных палов



**Горгуца Р. Ю.**  
главный инженер ООО  
«Морстройтехнология»



**Ордин С. М.**  
руководитель  
Испытательного  
центра ООО  
«Морстройтехнология»



**Наймарк А. О.**  
главный специалист ООО  
«Морстройтехнология»

В статье описан опыт определения предельно допустимых горизонтальных нагрузок на швартовно-отбойные палы причалов. При отсутствии в настоящее время нормированных методов испытаний палов горизонтальными нагрузками, специалисты ООО «Морстройтехнология» разработали и применили методику, которая позволила решить задачу заказчика и тем самым повысить эффективность использования причалов.

Общество с ограниченной ответственностью «Морское строительство и технологии» (ООО «Морстройтехнология») является проектной организацией полного цикла, имеет необходимые свидетельства СРО, позволяющие выполнять проектно-изыскательские работы в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства, аккредитовано в Федеральной службе по аккредитации — «Росаккредитация» (реквизиты аттестата РОСС RU.0001.21CB01, область аккредитации — здания и сооружения предприятий водного транспорта). В составе ООО «Морстройтехнология» имеется Испытательный центр с собственной водолазной службой, организация является членом Ассоциации экспертных организаций по техническому контролю портовых гидротехнических сооружений «Морпортэкспертиза», имеет квалифицированных специалистов в области контроля технического состояния гидротехнических сооружений, необходимую нормативно-методическую и материально-техническую базу.

Наряду со стандартными повседневными задачами проектирования и/или анализа технического состояния ГТС,

а также испытаниями свай различной конструкции, в том числе свай стальных труб больших диаметров, ООО «Морстройтехнология» решает поставленные заказчиками нестандартные задачи, требующие креативного подхода.

Одна из таких задач, успешно решенных в 2015–2016 годах, — определение предельно допустимых горизонтальных нагрузок на швартовно-отбойные палы двух причалов, расположенных в Азово-Черноморском бассейне (рис. 1).

На стадии предварительного анализа было рассмотрено несколько методов определения предельно допустимых нагрузок на палы. С учетом как достоверности получаемых результатов, так и затрат на практическую реализацию оптимальным был признан метод натурных испытаний горизонтальными нагрузками, создаваемыми с помощью гидравлических домкратов.

В связи с тем что в настоящее время отсутствуют нормированные методы испытаний палов горизонтальными нагрузками, специалистами ООО «Морстройтехнология» была разработана методика, изложенная в согласованной с заказчиком программе испытаний. Согласно этой

методике горизонтальная испытательная нагрузка, создаваемая гидравлическими домкратами, установленными в лотках специально изготовленной оснастки, передавалась на испытываемый пал, а реакция воспринималась сваями свайного основания технологической площадки через распределительный пояс (балочную конструкцию), входящий в состав оснастки (рис. 2). Оснастка обеспечивала передачу испытательной нагрузки на пал с таким расчетом, чтобы ее равнодействующая проходила через геометрический центр верхнего строения пала (рис. 3).

Нагрузка на швартовно-отбойный пал при испытаниях увеличивалась ступенями по 30 тс (первые две ступени принимались равными 60 тс) до исчерпания несущей способности или до максимальной испытательной нагрузки, заданной Заказчиком.

После достижения нагрузки соответствующей очередной ступени измерялось перемещение верхнего строения пала относительно исходного положения, затем осуществлялась полная разгрузка, и снова выполнялось измерение перемещения. Если после полной разгрузки остаточное перемещение не превышало 5 мм, производился переход к очередной ступени нагрузки, если остаточное перемещение превышало 5 мм — измерения повторялись через каждые 15 минут до момента, когда остаточное перемещение оказывалось меньше 5 мм. Если остаточное перемещение превышало 5 мм после выдержки продолжительностью не менее двух часов, несущая способность пала на горизонтальную нагрузку считалась исчерпанной, а испытания — завершенными. Настоящие критерии были назначены исходя из расчета, а также из имеющегося опыта испытаний свай стальных труб горизонтальными нагрузками.

Перемещения верхнего строения палов при испытаниях измерялись с помощью системы оптических приборов с ординаторами. Положение технологической площадки, свайное основание которой воспринимало реакцию гидродомкратов, контролировалось лазерными дальномерами (величина этого перемещения учитывалась при камеральной обработке результатов).

Подвергнутые испытаниям палы одинаковы по конструкции и представляют собой высокие свайные ростверки с железобетонным верхним строением, имеющим размеры в плане 11,0 м 11,0 м и отметку верха 4,0 м, и свайным основанием из одиннадцати свай стальных труб сечением 1220 14 мм с отметками низа –34,0 м (отметки приведены в Балтийской системе высот).

Рабочие чертежи оснастки и приспособлений выполнены специалистами ООО «Морстройтехнология», оснастка изготовлена строительной организацией, совместно с которой проводились испытания.

Специалистами ООО «Морстройтехнология» были доставлены к месту испытаний гидравлическое оборудование и контрольно-измерительные приборы, осуществлялось методическое руководство испытаниями, производилось измерение горизонтальных перемещений верхнего строения швартовно-отбойных палов и технологической площадки при испытаниях, выполнена обработка результатов и разработка заключения по результатам испытаний.

При интерпретации результатов учитывалось, что испытаниям подвергнуты четыре из восьми одинаковых по конструкции палов.

После обработки полевых данных получены следующие результаты: максимальная допустимая нагрузка; общее перемещение при максимальной нагрузке; время выдержки после разгрузки; остаточное перемещение после разгрузки; частное значение предельного сопротивления; общее перемещение, соответствующее частному значению предельного сопротивления.

На основании анализа результатов испытаний сделаны следующие выводы:



Рис. 2. Оснастка для испытаний



Рис. 3. Приложение нагрузки к палу

- для палов, подвергнутых испытаниям, предельно допустимая горизонтальная нагрузка может быть принята по конкретным результатам испытаний;
- для палов, не подвергавшихся испытаниям, предельно допустимая горизонтальная нагрузка может быть принята равной минимальному из частных значений предельного сопротивления, полученных при испытаниях.

Заказчику рекомендовано принять такие нагрузки в качестве предельно допустимых горизонтальных нагрузок на швартовно-отбойные палы причалов.

Таким образом, определена фактическая несущая способность палов на горизонтальную нагрузку. В дальнейшем это позволит заказчику в случае производственной необходимости увеличить водоизмещение обрабатываемых судов по сравнению с расчетными (паспортными) и повысить эффективность использования причалов.



**ООО «Морстройтехнология»**  
195220, Россия, Санкт-Петербург,  
ул. Гжатская, дом 21, корпус 2, лит. А  
Телефон: +7 812 333 13 10  
Факс: +7 812 333 13 11  
e-mail: mct@morproekt.ru  
www.morproekt.ru



Рис. 1. Общий вид аналогичного причала