СНИЖЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРЕССОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ КУЗНЕЧНОГО ЦЕХА

Башатова М.Н., магистрант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Оренбургский государственный университет", г. Оренбург

**Аннотация:** В данной статье рассматриваются основные проблемы сооружения фундаментов под пресса кузнечного цеха при наличии значительных динамических нагрузок от оборудования, приведены основные способы снижения вибрации непосредственно на стадии проектирования, определены зависимости минимального объема бетона фундаментов под прессовое оборудование при использовании разнообразных средств виброзащиты и при различных условиях грунта.

**Ключевые слова:** кузнечный цех, пресс, фундамент оборудования, динамическая нагрузка, вибрация, виброизоляция.

Оборудование кузнечного цеха имеет достаточно большой вес и габариты в плане, а также несет сильные вибрации, воздействующие в основном на расположенные непосредственно под ним фундаменты и основание. Допущенные ошибки при проектировании и возведении таких сложных и массивных конструкций могут привести к значительной осадке сооружения, перекосам, крену, прогибу и появлению трещин, что приведет в дальнейшем к недопустимой эксплуатации. В результате, исправление выявившихся последствий неправильного конструктива и возведения некачественного фундамента повлечет за собой вложение больших дополнительных денежных затрат [1], а также потери времени на производство ремонтно-восстановительных работ по усилению конструкций.

Для обеспечения высокой прочности и надежности фундамент под пресса кузнечных цехов делают достаточно глубокими и массивными, при этом данные конструкции из-за большого веса слабо поддаются влиянию вибрации. Возведение таких тяжелых конструкций ведет к значительным капитальным вложениям.

Для определения наиболее экономически целесообразного и надежного конструктивного решения фундаментов под прессовое оборудование, которое будет отвечать всем современным требованиям строительных норм и правил, необходимо провести технико-экономическое сравнение возможных вариантов.

Для начала следует определить зависимость массива фундамента от динамической нагрузки пресса кузнечного цеха. Рассмотрим данную идею на примере кривошипного горячештамповочного пресса с усилием 63 000 кН. Для того, чтобы получить оценочные значения, зададим исходные данные основанию грунта, отраженные в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели физико-механических свойств грунтов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | МПа | Наименование грунта |
| 2,7 | 0,7 | 0,5 | 0,06 | 0,11 | 26,46 | 15 | Супесь  твердая, непросадочная |

Согласно [2] и [3], среднее статического давления под подошвой фундамента пресса на естественном основании не должно превышать расчетного сопротивления грунта основания , определяемого по формуле (5.7) [2]. Учитывая тот факт, что сооружение - безподвальное, выражение примет следующий вид (1)

где коэффициенты условий работы, принимаемые равными и при отношении ; коэффициент, принимаемый равным коэффициенты, принимаемые равными по таблице 5.5 [1] при угле внутреннего трения равен ; коэффициент, принимаемый равным при ширина подошвы фундамента осредненные расчетные значения удельного веса грунтов, залегающих ниже и выше подошвы фундамента расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, принимаем равным ; глубина заложения фундамента для бесподвальных сооружений, равная

Предположим, что фундамент центрально нагружен, тогда согласно п. 5.2.19 [3] должно выполняться условие (2)

где коэффициенты условий работы, принимаемые равными для прессов и грунтов основания

При определении давления под подошвой фундамента необходимо учитывать все нагрузки [4], действующие на основание: статические и динамические нагрузки, а также собственный вес фундамента. Таким образом, вышеприведенное условие можно выразить как (3)

где масса пресса, кг.; площадь подошвы фундамента, ; динамическая нагрузка, передаваемая со стороны оборудования на фундамент, усредненное значение удельных весов тела фундамента, грунта и пола, расположенных над подошвой фундамента, принимаемый равным ;глубина заложения фундамента, м.

Выразить объем бетона для фундамента под пресс как , тогда, преобразовав формулу (3), получим следующее условие

Динамическую составляющую можно менять с применением виброизолирующих средств, но для начала необходимо определить значение данной нагрузки со стороны действия пресса на фундамент при жестком соединении. Согласно п. 5.2.21 [3] при расчете прочности фундамента агрегата можно заменить динамическую нагрузку эквивалентной статической по формуле (4)

где коэффициент надежности по нагрузке, равный для прессов ; коэффициент динамичности, принимаемый равным для вертикальных и горизонтальных нагрузок ; нормативное значение динамической нагрузки, соответствующее нормальному эксплуатационному режиму работы оборудования, принимаемое равным по техническому паспорту агрегата соответствии с [5] .

Стоит отметить, что номинальное усилие пресса довольно велико, что сильно увеличивает значение динамической составляющей по сравнению даже со статической характеристикой агрегата - весом равным 5 880 кН. Тогда, приняв величины вышеуказанных коэффициентов, получим

Теперь можно определить необходимое значение объема бетона фундамента под пресс, но стоит учитывать тот факт, что изначально принятые параметры и коэффициенты зависят от конкретных условий и исходных данных, поэтому в статье приводятся значения для оценки и анализа выявленных закономерностей. Принимая во внимание вышесказанное, получаем минимальный объем бетона фундамента непосредственно под пресс

Как было сказано ранее, массу фундаментов можно уменьшить с помощью виброизоляторов. Эффективность применения средств виброизоляции можно выразить через коэффициент передачи силы на основание согласно [6], который зависит от отношения частоты возмущающей силы к частоте собственных вертикальных колебаний системы. Таким образом, динамическая сила с учетом применения виброизолирующих опор выражается в следующем

Также коэффициент передачи сил определяет качество виброзащиты, так, например, при жестком закреплении агрегата и основания - Поэтому для эффективной виброзащиты вышеуказанный коэффициент должен быть так как амплитуда динамической силы уменьшается. На рисунке 1 изображен график зависимости минимального объема бетона фундамента под пресс КГШП-6300 от коэффициента виброизоляции.

Рисунок 1 – Зависимость минимального объема бетона фундамента под пресс КГШП-6300 от коэффициента виброизоляции

Можно сделать вывод о том, что даже использование незначительной виброизоляции способствует, в большей степени, сократить капиталовложения при производстве фундамента под пресса кузнечного цеха.

Как было уже отмечено, в зависимости от заданных характеристик грунта могут меняться как и массив фундамента, так и необходимая для снижения уровня вибрации защита. Поэтому произведем аналогичный расчет для различных видов грунтов для того, чтобы показать общий результат от применения звукоизоляции при проектировании фундаментов под пресса кузнечных цехов. Полученные данные отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Необходимый объем бетона для изготовления фундамента под пресс кузнечного цеха при различных способах установки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование грунта | Минимальный объем бетона при соответствующих способах установки пресса на основание фундамента, | | |
| жесткое  соединение | пружинные  виброизоляторы | виброизолятор с квазинулевой жесткостью |
| Супесь | 572 | 128 | 115 |
| Суглинок | 568 | 127 | 114 |
| Глина | 486 | 109 | 98 |
| Песок мелкий | 265 | 60 | 54 |
| Песок средний | 199 | 45 | 41 |
| Песок крупный | 161 | 39 | 35 |

Таким образом, согласно данным таблицы 2, применение средств виброзащиты способствует снижению объема бетона фундамента пресса кузнечного цеха примерно на 78-80%. Использование вышеуказанных методов позволяет еще на стадии проектирования решить главные проблемы с возведением сложных фундаментов прессового оборудования, а именно уменьшить глубину заложения, соответственно вес и габариты сооружения, сократить сроки строительства и снизить капитальные вложения.

**Список использованной литературы**

1. Хржановский, С. Н. Проектирование кузнечных цехов и заводов: метод. указания / С. Н. Хржановский; под ред. В. А. Бабенко. - М.: Машиностроение, 1972. - 128 с.

2. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений / Минрегион России, - М.; Минрегион России, 2016. - 228 с.

3. СП 26.13330.2012 Фундаменты машин с динамическими нагрузками / Минрегион России, - М.; Минрегион России, 2012. - 66 с.

4. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*/ Минрегион России, - М.; Минрегион России, 2016. - 104 с.

5. ГОСТ 6809-87. Прессы кривошипные горячештамповочные. - Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1989. - 10 с.

6. Бертяев, В. Д. Теоретическая механика (краткий курс лекций): учеб. пособие / В. Д. Бертяев, Л.А. Булатов, С.С. Маркелов: Тул. гос. ун-т. - Тула, 2005. - 144 с.

**© М.Н. Башатова, 2019**