

Возможность надстройки на этаж нежилого здания с использованием облегченных конструктивных элементов повышенной жесткости

УДК 728

Хрянина Ольга Викторовна

Доцент кафедры «Геотехника и дорожное строительство», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (г. Пенза); e-mail: olgahryanina@mail.ru

Янгуразов Юсеф Равильевич

Студент кафедры «Геотехника и дорожное строительство», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (г. Пенза); e-mail: olgahryanina@mail.ru

Статья получена: 17.11.2018. Рассмотрена: 20.11.2018. Одобрена: 23.11.2018. Опубликовано онлайн: 26.03.2019. ©РИОР

Аннотация. Авторами обобщен большой опыт реконструкции зданий с учетом надстройки. Проведено визуальное натурное обследование фактического технического состояния основных несущих и ограждающих конструкций нежилого одноэтажного здания. Рассматривается возможность надстройки на этаж данного здания с использованием облегченных конструктивных элементов повышенной жесткости. По результатам обследования дана оценка технического состояния конструкций. Выявлено общее удовлетворительное состояние фундаментов, стен, внутренних опор, покрытия здания. Недопустимых прогибов плит, трещин в плитах и между ними не зафиксировано. Однако в стене по ряду Г имеются мелкие бессистемные трещины по наружной версте кладки, которые

появились, вероятнее всего, в результате замачивания кладки от протечек с крыши и изменения температурно-влажностного режима. На данный момент трещинки стабилизировались, протечки устранены. Выполнены расчеты фундаментов из условия проверки напряжений под подошвой и проверка напряжений с учетом надстройки. Формулируются выводы и рекомендации. За стеной по оси Г в процессе строительства и эксплуатации необходимо вести наблюдение. В случае активизации развития конструктивных трещин решать вопрос о возможном усилении.

Ключевые слова: обследование, техническое состояние, несущие и ограждающие конструкции, надстройка, проверка напряжений под подошвой фундамента.

THE POSSIBILITY OF AN EXTENSION TO THE FLOOR OF A NON-RESIDENTIAL BUILDING USING LIGHTWEIGHT STRUCTURAL ELEMENTS OF INCREASED RIGIDITY

Olga Khryanina

Associate Professor, Department of Geotechnical and Road Construction, Penza State University of Architecture and Construction, Penza; e-mail: olgahryanina@mail.ru

Yusef Yangurazov

Department of Geotechnical and Road Construction, Penza State University of Architecture and Construction, Penza; e-mail: olgahryanina@mail.ru

Manuscript received: 17.11.2018. **Revised:** 20.11.2018. **Accepted:** 23.11.2018. **Published online:** 26.03.2019. ©РИОР

Abstract. The authors summarized the extensive experience in the reconstruction of buildings with regard to the superstructure. A visual field survey of the actual technical condition of the main bearing and enclosing structures of a non-residential one-story building was carried out. Consideration is given to the possibility of an add-on to the floor of this building using lightweight struc-

tural elements of increased rigidity. According to the survey results, an assessment of the technical condition of the structures was given. The overall satisfactory condition of the foundations, walls, internal supports, and the pavement of the building was revealed. Inadmissible plate deflections, cracks in the plates and between them are not found. However, in the wall in row G there are small unsystematic cracks on the external version of the wall, which appeared most likely as a result of soaking the masonry from leaks from the roof and changes in the temperature and humidity conditions. At the moment, the cracks have stabilized, leaks have been fixed. Foundations were calculated from the condition of stress testing under the sole and stress testing taking into account the superstructure. Conclusions and recommendations are formulated. The wall along the G axis during construction and operation must be monitored. In the case of increased development of structural cracks, the question of a possible reinforcement should be solved. **Keywords:** inspection, technical condition, bearing and enclosing structures, superstructure, stress test under the base of the foundation.

Введение. Исследование вопроса реконструкции различных по назначению зданий и сооружений показал, что увеличение нагрузок при надстройке зданий возможно и без усиления фундаментов и дополнительного упрочнения грунтов основания, если воспользоваться резервом несущей способности грунтов [1–5].

За время эксплуатации зданий и сооружений грунты основания под воздействием нагрузки уплотняются и получают более высокие прочностные характеристики и более низкие деформативные.

Для зданий, эксплуатируемых в различных грунтовых условиях 3–8 лет и не имеющих недопустимых деформаций, расчетное сопротивление грунта основания может быть повышено в 1,05–1,50 раза [6].

Цель настоящей работы — выявить возможность надстройки здания еще на этаж с использованием облегченных конструктивных элементов повышенной жесткости.

Материалы и методы при проведении обследования:

- задание частного лица на проведение работ по обследованию технического состояния основных несущих и ограждающих конструкций здания по ул. 2-й Фестивальный проезд, дом 5а в г. Пензе и выдача технического заключения о возможности надстройки на этаж данного здания с использованием облегченных конструктивных элементов;
- технический паспорт на здание;
- результаты определения физико-механических характеристик грунтов основания реконструируемого цеха фабрики «Пианино» по ул. Тарханова;
- результаты определения физико-механических характеристик грунтов основания здания гаража по ул. Автономная;
- результаты натурного обследования фактического технического состояния здания по ул. 2-й Фестивальный проезд, дом 5а в г. Пензе;
- поверочные расчеты несущей способности основания.

Характеристика объекта. Здание представляет собой прямоугольное в плане кирпичное строение размерами в осях $12,0 \times 18,0$ м с несущими наружными стенами из силикатного кирпича толщиной 510 мм и внутренними не-

сущими кирпичными столбами размером 510×510 мм. Здание одноэтажное, бесподвальное. Общая высота этажа 3,45 м в чистоте. Здание запроектировано для использования в качестве магазина.

По результатам обследования фундаментов из шурфа, отрытого у наружной стены здания (рис. 1), он выполнен из бетонных блоков шириной 0,5 м по щебеночной подготовке толщиной 150 мм. Сечение фундамента под стену показано на рис. 2. Горизонтальная гидроизоляция выполнена из двух слоев рубероида на мастике.

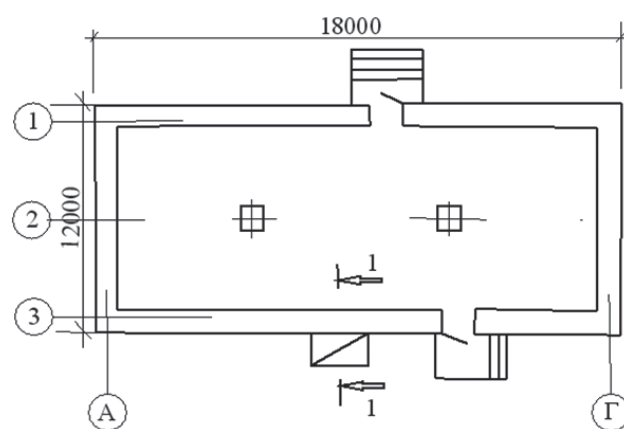


Рис. 1. План расположения шурфа

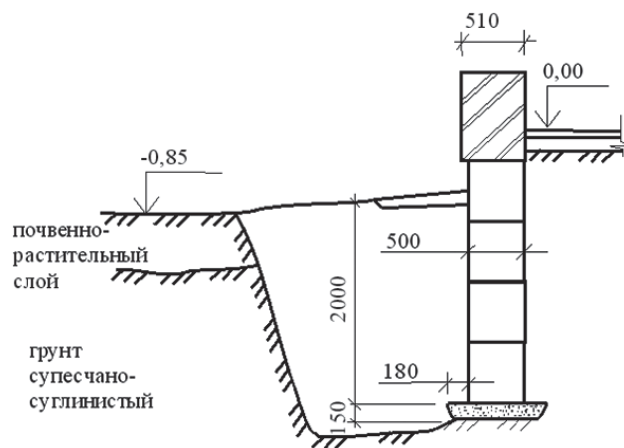


Рис. 2. Сечение фундамента в шурфе

Крыша здания плоская. Плиты покрытия железобетонные многопустотные. Кровля из 4 слоев рубероида на битумной мастике по стяжке из цементно-песчаного раствора 30 мм и утеплителя из пенобетонных плит толщиной 150 мм.

Визуальное натурное обследование фактического технического состояния несущих и ограждающих конструкций здания показало следующее:

- фундаменты здания выполнены из бетонных стеновых блоков шириной 500 мм с опиранием на щебеночную подготовку толщиной 150 мм. Глубина заложения подошвы фундамента 2,0 м. В основании залегают супесчано-суглинистые грунты. Общее состояние фундаментов удовлетворительное;
- стены здания кирпичные из силикатного кирпича толщиной 510 мм. Общее состояние стен удовлетворительное, однако в стене по ряду Г имеются мелкие бессистемные трещины по наружной версте кладки, которые появились, вероятнее всего, в результате замачивания кладки от протечек с крыши и изменения температурно-влажностного режима. Трещинки стабилизировались, протечки устранены;
- внутренние опоры — кирпичные столбы сечением 510 × 510 мм, оштукатуренные. Каких либо трещин и других дефектов в штукатурке не обнаружено. Состояние столбов удовлетворительное;
- покрытие здания выполнено из пустотных железобетонных плит с опиранием на наружные стены и прогоны по внутреннему ряду столбов. Недопустимых прогибов плит, трещин в плитах и между ними не зафиксировано. Общее состояние покрытия удовлетворительное;
- кровля здания совмещенная мягкая не обследовалась в связи с тем, что при надстройке она будет снята.

Расчет фундаментов

Расчет фундаментов заключается в подборе размеров подошвы из условия проверки напряжений под подошвой. В соответствии с СП 22.13330.2016 среднее давление под подошвой фундамента от нормативных нагрузок не должно превышать расчетного сопротивления грунта основания, т.е. должно выполняться условие:

$$p = \frac{N_{II}}{A_{\Phi}} \leq R,$$

где p — среднее давление под подошвой фундамента;

N_{II} — полная нормативная нагрузка на фундамент;

A_{Φ} — площадь подошвы фундамента;

R — расчетное сопротивление грунта основания.

а) Определение расчетного сопротивления грунта основания

Расчетное сопротивление грунтов основания определяется по формуле:

$$R = \frac{\gamma_{C1} \cdot \gamma_{C2}}{K} [M_{\gamma} K_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c \cdot C_{II}],$$

где γ_{C1} — коэффициент условий работы грунтов основания;

γ_{C2} — коэффициент условий работы сооружения совместно с основанием;

K — коэффициент надежности определения физико-механических характеристик грунтов основания;

M_{γ}, M_q, M_c — коэффициенты, зависящие от угла внутреннего трения грунта несущего слоя;

K_z — коэффициент, зависящий от ширины подошвы фундамента,

b — ширина подошвы фундамента;

γ_{II} — среднее значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента;

γ'_{II} — то же, залегающих выше подошвы фундамента;

d_1 — глубина заложения подошвы фундамента;

d_b — глубина подвала;

C_{II} — удельное сцепление грунта.

В связи с отсутствием инженерно-геологических условий под данный объект для расчета взяты определенные результаты изысканий ближайшего окружения — техникум сферы быта и услуг, фабрика «Пианино», сооружения по ул. Автономная — гараж, ангар и т.д.

Имеем: $\gamma_{C1} = 1,1$; $\gamma_{C2} = 1,0$; $K = 1,1$; $K_z = 1,0$; $\varphi = 13^{\circ}$; $M_{\gamma} = 0,26$; $M_q = 2,05$; $M_c = 4,55$; $b = 0,7$ м; $\varphi_{II} = 17,2$ кН/м³; $d_1 = 2,0$ м; $\gamma'_{II} = 15,0$ кН/м³; $d_b = 0$; $C_{II} = 17,5$ кПа.

Расчетное сопротивление грунта равно:

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,0}{1,1} [0,26 \times 1,0 \times 0,7 \times 17,2 + 2,05 \times 2,0 \times 15,0 + 0 + 4,55 \times 17,5] = 3,13 + 61,5 + 0 + 79,62 = 144,2 \text{ кПа} = 14,4 \text{ т / м}^2 = 1,44 \text{ кг / см}^2.$$

б) определение фактического давления под подошвой фундамента

Проверка напряжений под подошвой фундамента [7] производится на действие нормативных нагрузок (табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка, кг/м ²
Постоянные		
1	Гидроизоляционный ковер — 4 слоя рубероида на мастике	20,0
2	Стяжка из цементно-песчаного раствора 20 мм	36,0
3	Утеплитель — пенобетон 150 мм $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$	150,0
4	Пароизоляция	5,0
5	Плита покрытия	300,0
Временные		
6	Снеговая	126,0
7	На покрытие	75,0
ИТОГО		712,0

Собственный вес стены:

$$Q_{\text{ст}} = 0,51 \times 1,0 \times 4,0 \times 1800 = 3672,0 \text{ кг/м.}$$

Собственный вес фундамента:

$$Q_{\text{ф}} = 0,5 \times 1,0 \times 2,0 \times 2300 = 2300,0 \text{ кг/м.}$$

Грузовая площадь для сбора нагрузок равна

$$A_{\text{ст}} = \frac{1,0 \times 5,8}{2} = 2,9 \text{ м}^2.$$

Полная нормативная нагрузка на 1 погонный метр стены равна:

$$N_{\text{н}} = 712,0 \times 2,9 + 3672,0 + 2300,0 = 2065,0 + 3672,0 + 2300,0 = 8037,0 \text{ кг} = 80,4 \text{ кН.}$$

$$p = \frac{N_{\text{н}}}{A} = \frac{80,4}{0,7 \times 1,0} = 112,0$$

$$225,0 \text{ кПа} < R = 144,2 \text{ кПа.}$$

Требования норм выполняются с запасом.

в) проверка напряжений с учетом надстройки

При надстройке здания часть нагрузки будет снята (табл. 2), а именно:

Таблица 2

№ п/п	Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка, кг/м ²
1	Гидроизоляционный ковер	20,0 кг/м ²
2	Стяжка из цементно-песчаного раствора 20 мм	36,0 кг/м ²
3	Утеплитель — пенобетон 150 мм $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$	150,0 кг/м ²
ИТОГО		206,0 кг/м ²

После надстройки этажа с применением облегченных металлических гнутых профилей повышенной жесткости для несущих и ограждающих конструкций, разработанных в ЦНИИИПСК им. Мельникова (г. Москва), нагрузки на фундамент возрастут (табл. 3).

Таблица 3

№ п/п	Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка, кг/м ²
Постоянные		
1	Кровля — металлочерепица	7,0
2	Обрешетка пароизоляция, разреженная обшивка из досок	21,5
5	Металлический каркас	20,0
6	Утеплитель УРСА 200 мм	5,0
7	Ферма металлическая	70,0
8	Пароизоляция, обрешетка, сплошная обшивка из досок	32,0
11	Потолок 2 слоя гипсокартона	25,0
12	Перегородки	100,0
13	Полы дощатые, линолеум	35,0
14	Металлический каркас для пола	52,0
Временные		
15	Эксплуатационная по СНиП 200,0 × 2	150,0
ИТОГО		580,0

Нагрузка от веса стены составляет 110,0 кг/м.

Полная нормативная нагрузка на фундамент после надстройки составит:

$$N_{\text{н}}^1 = (712,0 - 206,0 + 5800)2,9 + 3672,0 + 2300,0 + 440,0 = 3150,0 + 3672,0 + 2300,0 + 440,0 = 9562,0 \text{ кг} = 9,56 \text{ т} = 95,6 \text{ кН.}$$

Среднее давление под подошвой будет равно:

$$p = \frac{95,6}{0,7 \times 1,0} = 138,0 \text{ кПа} < R = 144,2 \text{ кПа.}$$

Увеличение нагрузки на фундамент составит:

$$\Delta = \frac{138,0 - 112,0}{138,0} 100\% = 17,8\%.$$

Обобщая большой опыт реконструкции зданий с учетом надстройки, учитывая опрессовку грунта в процессе длительной эксплуатации, профессора Е.В. Поляков, В.К. Соколов рекомендуют увеличивать расчетное сопротивление уплотненного грунта повышающими коэффициентами. Они зависят от соотношения фактического среднего давления под подошвой и расчетного сопротивления грунта природного состояния. Имеем:

$$\frac{P}{R} = \frac{112,0}{144,0} = 0,77.$$

При таком соотношении повышающий коэффициент равен 1,35, т.е. возможно повышение давления на 35,0%.

По мнению проф. П.А. Коновалова, увеличение давления на 20% возможно без усиления фундаментов и грунтов основания для зданий, эксплуатирующихся не менее 10 лет и не имеющих деформаций и повреждений, затрудняющих нормальную эксплуатацию сооружения.

Основные выводы и рекомендации

1. Результаты натурного обследования фактического технического состояния несущих и ограждающих конструкций здания по ул. 2-й Фестивальный проезд, 5а, поверочные рас-

четы основания показывают, что здание может быть надстроено еще на этаж с использованием облегченных конструкций без усиления существующих фундаментов.

2. Для более равномерного распределения усилий от надстраиваемого этажа рекомендуем по всем стенам здания и внутренним прогонам устроить монолитный железобетонный пояс высотой 200 мм, шириной не менее 250 мм с армированием арматурой класса АПІ не менее 3 стержней диаметром 12 мм в верхней и нижней зонах. Поперечная арматура — по нормам.
3. Вокруг здания необходимо восстановить разрушенную отмостку.
4. За стеной по оси Г в процессе строительства и эксплуатации вести наблюдение. В случае активизации развития конструктивных трещин решать вопрос о возможном усилении.

Литература

1. *Анисимов В.А.* Реконструкция жилищного фонда: направления, требования, перспективы [Текст] / В.А. Анисимов // Труды Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин). — 2011. — Т. 14. — № 2. — С. 5–10.
2. *Чичкин А.Ф.* Реконструкция сооружения посредством перепланировки и надстройки [Текст] / А.Ф. Чичкин, О.В. Хрянина // Моделирование и механика конструкций. — 2016. — № 3. — URL: http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no3/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.18/at_download/file/
3. *Листова А.И.* Об использовании легких металлических конструкций для реконструкции пятиэтажных домов [Текст] / А.И. Листова, И.П. Нуммур // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. — 2008. — № 10. — С. 14–18.
4. *Калугин П.И.* О распределении контактных давлений по подошве фундаментов реконструируемых зданий [Текст] /
- П.И. Калугин, О.П. Пятигор, Д.А. Пятигор // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Высокие технологии. Экология». — 2014. — № 1. — С. 54–57.
5. *Субботин И.А.* Геотехнические исследования при анализе возможности реконструкций здания на примере здания киностудии по ул. Красноармейская, 94, ул. Островского, 92 в г. Ростове-на-Дону [Текст] / И.А. Субботин, В.А. Субботин, А.И. Субботин // Строительство и архитектура. — 2014. — Т. 2. — № 2. — С. 96–99.
6. *Коновалов П.А.* Основания и фундаменты реконструируемых зданий [Текст]: монография / П.А. Коновалов, В.П. Коновалов. — М.: АСВ, 2011. — 384 с.
7. *Чичкин А.Ф.* Расчет оснований и проектирование фундаментов [Текст]: учеб. пособие / А.Ф. Чичкин, А.Н. Кузнецов, О.В. Хрянина. — Пенза: Изд-во ПГУАС, 2012.

References

1. Anisimov V.A. Rekonstruktsiya zhilishchnogo fonda: napravleniya, trebovaniya, perspektivy [Housing stock reconstruction: directions, requirements, prospects]. *Trudy Novosibirskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta (Sibstrin)* [Works of the Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)]. 2011, V. 14, I. 2, pp. 5–10.
2. Chichkin A.F., Khryanina O.V. Rekonstruktsiya sooruzheniya posredstvom pereplanirovki i nadstroyki [Reconstruction of the structure through redevelopment and superstructure]. *Modelirovanie i mekhanika konstruktsiy* [Modeling and Mechanics of Structures]. 2016, I. 3. Available at: http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no3/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.18/at_download/file/
3. Listova A.I., Nummur I.P. *Ob ispol'zovanii legkikh metallicheskikh konstruktsiy dlya rekonstruktsii pyatietazhnykh domov* [On the use of light metal structures for the reconstruction of five-story houses]. 2008, I. 10, pp. 14–18.
4. Kalugin P.I., Pyatigor O.P., Pyatigor D.A. O raspredelenii kontaktnykh davleniy po podoshve fundamentov rekonstruiemykh zdaniy [On the distribution of contact pressure on the base of the foundations of the reconstructed buildings]. *Nauchnyy vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Vysokie tekhnologii. Ekologiya* [Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High Technologies. Ecology]. 2014, I. 1, pp. 54–57.
5. Subbotin I.A., Subbotin V.A., Subbotin A.I. *Geotekhnicheskie issledovaniya pri analize vozmozhnosti rekonstruktsiy zdaniya*

na primere zdaniya kinostudii po ul. Krasnoarmeyskaya, 94/ ul. Ostrovskogo, 92 v g. Rostove -na Donu. *Stroitel'stvo i arkhitektura* [Geotechnical studies in the analysis of the possibility of building reconstruction using the example of a film studio building on ul. Krasnoarmeyskaya, 94 / st. Ostrovsky, 92 in Rostov-on-Don. Construction and architecture]. 2014, V. 2, I. 2, pp. 96–99.

6. Konovalov P.A., Konovalov V.P. *Osnovaniya i fundamenty rekonstruiruemyykh zdaniy* [Foundations and foundations of the reconstructed buildings]. Moscow: ASV Publ., 2011. 384 p.
7. Chichkin A.F., Kuznetsov A.N., Khryanina O.V. *Raschet osnovaniy i proektirovanie fundamentov* [Calculation of the grounds and design foundations]. Penza, PGUAS Publ., 2012.