

ΤΟΜ 7
ΓΕΟΜΕΧΑΝΙΚΑ

Кущенко В.М., д.т.н. професор; Нечитайло О.Є., к.т.н. асистент

(Національний університет «Львівська політехніка» м. Львов, Україна; Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпропетровськ, Україна)

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ НА МІСЦЕВУ МІЦНІСТЬ ВУЗЛІВ ОПИРАННЯ НАПРАВЛЯЮЧИХ ШКІВІВ ШАХТНИХ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК

Актуальність теми. Укісні шахтні копри є найбільш відповідальними спорудами шахтної поверхні, оскільки від їхньої надійності залежить безперервність технологічних процесів, вентиляція гірських виробок і безпека транспортування вантажів і людей. Аварії шахтних копрів мають катастрофічні наслідки (наприклад обвалення копра шахти Бажанова ДП «Макіїввугілля»), основними причинами яких є: тяжкі умови експлуатації, інтенсивні динамічні навантаження, недостатньо точні інженерні методики розрахунків.

На цей час на вуглевидобувних підприємствах України експлуатуються приблизно 356 металевих укісних шахтних копрів, для більшості яких спостерігається тенденція збільшення навантажень від натягу підйомних канатів, що обумовлено необхідністю видобутку вугілля із глибин більше 1500 м. Перевірочні розрахунки вже зведених споруд у ряді випадків показали недостатню міцність вузлів опирання напрямних шківів при дії місцевих напружень. Аналіз конструктивних рішень вузлів опирання напрямних шківів показав їхню нераціональність, яка проявляється в необхідності застосування для стінок підшківних конструкцій сталевих листів товщиною більше 30 мм. Крім цього, в керівних галузевих нормативних документах не враховується динамічний характер навантажень від натягу підйомних канатів.

Таким чином, для забезпечення міцності вузлів опирання напрямних шківів рамних укісних шахтних копрів, необхідне уточнення існуючих інженерних методик розрахунків підшківних конструкцій.

У попередніх дослідженнях авторів [3-6] виконувався аналіз напружено-деформованого стану рамних укісних копрів на просторових розрахункових схемах апроксимованих пластинчастими і об'ємними кінцевими елементами. Таке моделювання дозволило визначити закономірності розподілу місцевих напружень у вузлах опирання напрямних шківів з урахуванням динамічного характеру навантаження [3, 5, 6]. Отримані закономірності розподілу місцевих напружень у вузлах опирання напрямних шківів були підтверджені експериментальними дослідженнями на діючих укісних шахтних копрах [12]. Проте в даний час в літературних джерелах відсутні методики щодо розрахунку підшківних конструкцій рамних укісних копрів [2, 7, 8, 9].

Об'єктом дослідження є підшківні конструкції рамних укісних копрів.

Метою дослідження є удосконалення методики розрахунку вузлів опирання направляючих шківів.

Завданням дослідження є аналіз концентрації напружень у вузлах опирання напрямних шківів.

Методика досліджень. Для розв'язку поставленого завдання використовувалася метод чисельного моделювання напружено-деформованого стану підшківних конструкцій з використанням МКЕ (метод кінцевих елементів) у середовищі програмного комплексу «Ansys Workbench 14.0». Дослідження виконувалося у 2 етапи. На 1 етапі виконувалася аналіз міцності по нормальних місцевих напруженнях (σ_{loc}) у стінці вузла опирання від дії вертикальної складової рівнодіючої сили від натягу піднімального канату в зоні «А2». На 2 етапі виконувалася аналіз міцності по енергетичній теорії міцності по наведених напруженнях (σ_{red}) у зоні «А2».

1 етап. Розрахунки на міцність стінки балки при дії нормальних місцевих напружень (σ_{loc}) від зосередженої сили (прикладеної до верхнього пояса) відповідно до положень ДБН В.2.6-163:2010 [1] і EN 1993-1-5:2006 [10, 11] міцність стінки балки перевіряється відношенням нормальних місцевих напружень ($\sigma_{loc}, \sigma_{Z,Ed}$) до розрахункового опору стали.

Для визначення можливості використання зазначених нормативних методик перевірки місцевих нормальних напружень, у вузлах опирання напрямних шківів, було виконано чисельне моделювання вузлів показаних на рис. 1.

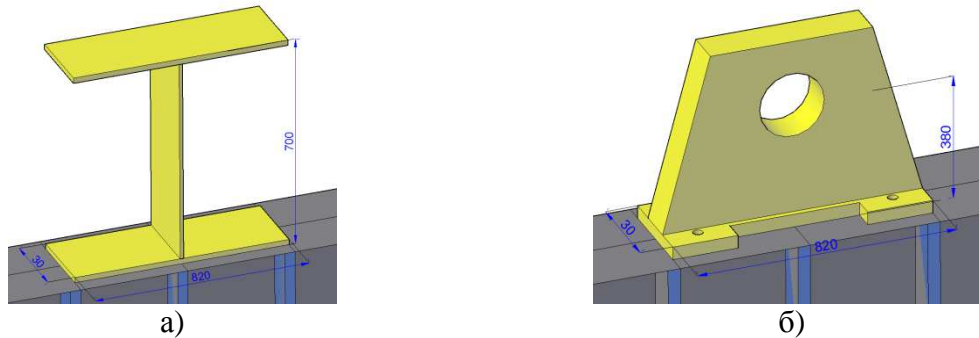


Рис. 1. Конструктивні схеми вузлів опирання: а) двотаврова балка; б) характерний підшипник стаціонарного напрямного шківів Ш-6а.

У рамках чисельного експерименту виконаний порівняльний аналіз напруженого стану вузлів поверхового опирання балок, а також вузлів опирання напрямних підшипників. Принциповою відмінністю зазначених чисельних моделей, була різна жорсткість конструктивних елементів які передають зосереджену силу.

2 етап. У зоні найбільших наведених напружень спостерігається точка локального максимуму наведених напружень σ_{red}^{max} [3, 5]. Для встановлення впливу кута нахилу струни піднімального канату на положення точки локального максимуму (σ_{red}^{max}) були виконані чисельні експерименти, у яких варіювалося відношення вертикальної (V) до горизонтальної (H) складових рівнодіючої (R) від натягу піднімального канату. Відношення V/H варіювалося в діапазоні $0 \dots \infty$. При варіюванні V/H визначався полярний кут (θ) і полярний радіус (r) розрахункової точки σ_{red}^{max} .

Результати досліджень. Як показали результати чисельного моделювання, розподіл місцевих напружень для розглянутих вузлів [5, 6] має наступні істотні відмінності: а) місцеві напруження під опорним підшипником мають сідлоподібний характер розподілу, з концентрацією напружень у граничних областях (див. рис. 2б), тоді, як у вузлах поверхового опирання балок місцеві напруження розподіляються по випуклій кривій з максимумом розташованим під стінкою елемента опирання (див. рис. 2а); б) при зсуві елемента опирання до місця опорного закріплення нижче расплощеної конструкції (див. рис. 2г) розподіл місцевих напружень під опорним підшипником мають несиметричний характер з більш високим ступенем концентрації нормальних напружень, зазначене явище не спостерігається для вузлів поверхового опирання двотаврових балок (див. рис. 2в).

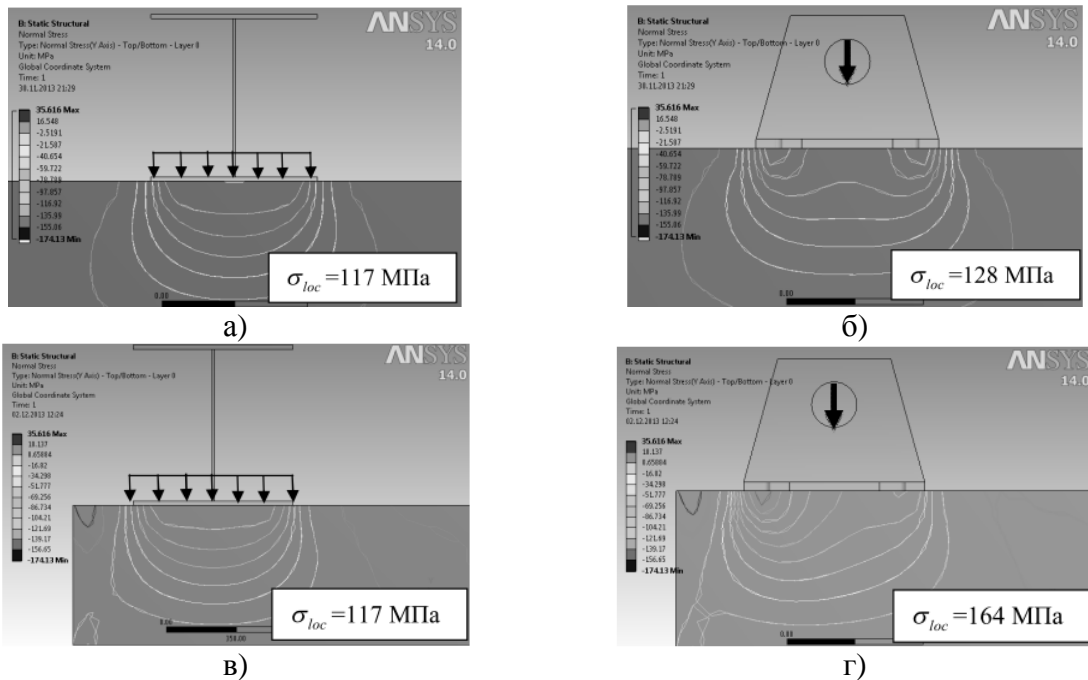


Рис. 2. Ізолінії нормальних місцевих напружень (σ) у стінці опорної балки: а) двотаврова балка (середина прольоту); б) підшипник стаціонарного напрямного шківів Ш-ба (середина прольоту); в) двотаврова балка (у припорній області); г) підшипник стаціонарного напрямного шківів Ш-ба (у припорній області).

Аналіз і узагальнення теоретичних досліджень дозволив установити наступні закономірності розподілу нормальних місцевих напружень:

а) максимальні місцеві нормальні напруження в стінці виникають під опорним підшипником у точці розташованій на відстані $2/5b$ від центру майданчика опираючої підшипника (див. рис. 3);

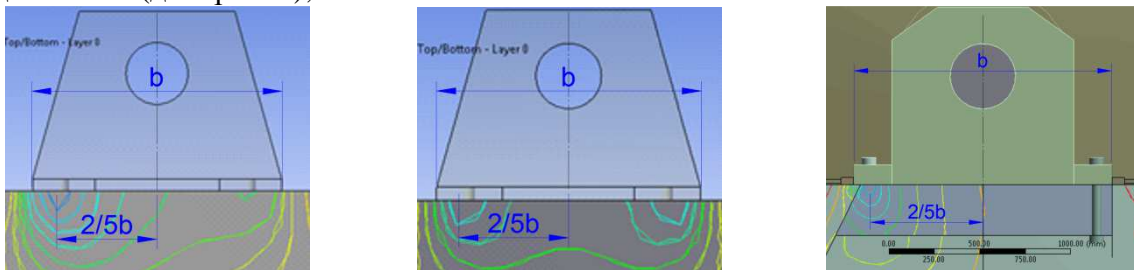


Рис. 3. Розташування точки з максимальними місцевими нормальними напруженнями.

б) у зоні дії місцевих нормальних напружень (на відстані $2/5b$ від центру майданчика опираючої підшипника) спостерігається концентрація напружень, при цьому коефіцієнт концентрації напружень при варіюванні факторів впливу може становити діапазон 1,37-2,5;

г) при наближенні опорного підшипника до вузла опираючої підшківної конструкції на головну балку укосини, під опорним підшипником спостерігається збільшення коефіцієнта концентрації напружень (див. рис. 2б, 2г) на 22%.

д) у цілому порівняння результатів чисельного дослідження демонструє неможливість використання нормативних інженерних методик [1, 10, 11] для перевірки міцності вузлів опираючої напрямних шківів по місцевих нормальних напруженнях.

е) нормальні місцеві напруження у вузлах опирання напрямних шківів виникають від дії вертикальної складової рівнодіючої сили від натягу піднімального канату;

ж) нерівномірний характер місцевих нормальних напружень можна враховувати коефіцієнтом концентрації нормальних напружень k_n , який слід визначати у функції від наступних факторів впливу: величина зусилля натягу піднімального канату; кут нахилу струни піднімального канату; товщина стінки підшківної конструкції.

На підставі вищесказаного, перевірку міцності по нормальних напруженнях пропонується робити по наступній формулі:

$$\frac{0,5S_r(1 + \sin \alpha)k_n}{(b + 2t_f)t_w R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (1)$$

де S_r – величина розривного зусилля піднімального канату, кН; α – кут нахилу струни канату до обрїю, градус; k_n – коефіцієнт концентрації нормальних напружень; b – ширина підшови підшипника, див; t_w – товщина стінки вузла опирання підшипника шківів, см; t_f – товщина полки вузла опирання підшипника шківів, см.

Коефіцієнт концентрації нормальних напружень k_n , по наступній формулі:

$$k_n = \frac{\sigma_{loc}^{max} (b + 2t_f)t_w}{0,5S_r(1 + \sin \alpha)} \quad (2)$$

де σ_{loc}^{max} – визначається на підставі регресійної залежності [5], як функція максимальних нормальних напружень у найбільш напруженій крапці $f(S_r, \alpha, t_w)$

Закономірності положення точки локального максимуму σ_{red}^{max} (у полярній системі координат) при варіюванні V/H наведені у роботі [5].

У точці локального максимуму наведених напружень спостерігається напружений стан близький до лінійного, при відношенням головних напружень $\sigma_1 / \sigma_2 = -0,001$. Внаслідок чого, перевірку міцності по наведених напруженнях пропонується робити по наступній формулі:

$$\frac{0,5S_r(1 + \sin \alpha)\xi_n}{(b + 2t_f)t_w R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (3)$$

де ξ_n – коефіцієнт переходу від середніх нормальних напружень під підшовою підшипника до максимального значення наведених напружень;

Коефіцієнт переходу ξ_n визначається на підставі регресійної залежності [6], по наступній формулі:

$$\xi_n = \frac{\sigma_{red}^{max} (b + 2t_f)t_w}{0,5S_r(1 + \sin \alpha)} \quad (4)$$

Висновки:

1) Розподіл місцевих нормальних напружень у стінці вузла опирання напрямного шківів мають сідлоподібний характер розподілу (див. мал. 2б, 2г) з концентрацією напружень виникаючої на відстані $2/5b$ від центру майданчика опирання підшипника (див. рис. 3). Коефіцієнт концентрації напружень при наближенні опорного підшипника до вузла опирання підшківної конструкції на головну балку укосини збільшується на 22% і може становити діапазон 1,37-2,5. Внаслідок цього перевірка місцевих нормальних напружень у стінці вузла опирання напрямного шківів, із застосуванням нормативних методик [1, 10], не можлива.

2) Запропонована інженерна методика перевірки міцності місцевих нормальних напруг у стіні вузла опирання напрямного шківа залежно від величини розривного зусилля піднімального канату, кута нахилу струни канату до обрію й товщини стінки.

3) На основі регресійного аналізу можливо отримати значення коефіцієнтів переходу від середніх нормальних напружень під подошвою підшипника до максимального значення наведених напружень, які можуть використовуватися для перевірки міцності стінки вузла по наведених напруженнях.

Перелік посилань:

1. ДБН В.2.6-163. Норми проектування, виготовлення і монтажу. Сталеві конструкції—Київ: Мінрегіонбуд України, 2011—132с.
2. Кущенко В.Н. Обеспечение безопасности строительных конструкций укосных шахтных копров: (Монография). - Макеевка ДонНАСА, 2006. - 203 с.
3. Кущенко В.Н., Нечитайло А.Е. Анализ напряженно-деформированного состояния узлов опирания направляющих шкивов на подшкивные конструкции шахтного укосного копра//Металеві конструкції. — Т.18. — №2. — Макіївка, 2012. — С.97-109.
4. Кущенко В.Н., Нечитайло А.Е. Анализ напряженно-деформированного состояния основных несущих элементов рамных укосных шахтных копров//Металеві конструкції. — Т.17. — №3. — Макіївка, 2011. — С.151-165.
5. Кущенко В.Н., Нечитайло А.Е. Закономерности распределения местных напряжений в подшкивных конструкциях рамных укосных копров //Металеві конструкції. — Т.19. — №4. — Макіївка, 2013.
6. Кущенко В.Н., Нечитайло А.Е. Факторный анализ напряженного состояния узлов опирания направляющих шкивов рамных шахтных копров // Сб. научных трудов. Вып. 71. Т.2. – Дн-вск., ГВУЗ ПГАСА, 2013. — С. 92-101.
7. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 3. Специальные конструкции и сооружения: Учеб. для строит, вузов / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов, Г. И. Белый и др.; Под ред. В. В. Горева. — 2-е изд., испр. — М.: Высш. шк., 2002. — 544 с: ил. ISBN 5-06-003787-8 (т. 3).
8. Научные основы обеспечения надежности и экономичности шахтных копров / В. Н. Кущенко, В. М. Левин, В. Ф. Мушанов.– Макеевка : ДонНАСА, 2012.– 461 с.
9. Розенблит Г.Л. Стальные конструкции зданий и сооружений угольной промышленности [Текст] / Г. Л. Розенблит. – М. : Углетехиздат, 1953. – 272 с.
10. EN 1993-6: 2007 (E) Eurocode 3 Design of steel structures - Pt 6: Crane supporting structures.
11. Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-5: General rules - Plated structural elements.
12. Kushchenko V.N., Nechitaylo A.Ye. Experimental research of the mode of deformation of sub-pulley structures of shaft frame-type sloping headgear//Металеві конструкції. — Т.19. — №3. — Макіївка, 2013.

Хозяйкина Н.В., к.т.н., доцент,
Альмаайта Мохаммад Аднан, студ. гр. ПБм-14-1
(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет, г. Днепрпетровск,
Украина).

ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Развитие автодорожного комплекса требует постоянное совершенствование в области проектирования, строительства, ремонта и эксплуатации дорог. В мировой практике в настоящее время широко применяется Стратегическая Программа Исследования Дорог (Strategic Highway Research Program, SHRP) разработанная и инвестированная Федеральной Дорожной Администрацией США, которая является наиболее успешной и востребованной в мире [1]. Технологии поддержания дорожных покрытий и реконструкции, разрушающихся или давно спроектированных покрытий разработанные SHRP стали доступными и широко используются в различных природно-климатических зонах от России до Китая, от Юго-Восточной Азии до Ближнего Востока и Африки. Проектирование основывается на принципах общего управления качеством (Total Quality Management, TQM): выбора исходного сырья; организация производства; выбор оборудования; дизайн; анализ возникающих проблем.

Главной задачей содержания дорожных покрытий программой SHRP является разработка технико-экономических решений с учетом проблем сохранения окружающей среды. То есть применение технологий, позволяющих применять переработанные материалы (например, автомобильные шины), а также системы холодных защитных покрытий, основанных на применении битумных эмульсий.

Содержание дорожных покрытий. Все дорожные покрытия имеют свой срок эксплуатации, и это срок зависит от конструкции дорожной одежды. Главный вопрос это продление срока функционирования дорожного покрытия на полный расчетный срок эксплуатации, с запасом. Основными причинами разрушения являются: климатические условия; нагрузка от транспортных потоков; проникновение в дорожное покрытие воды; засорившиеся, треснувшие и лопнувшие дренажные трубы или трубы водоснабжения; покрытия, устроенные в выемках без обеспечения дренажа; недостаточный уклон дорожного полотна, способствующий скоплению воды на его поверхности.

Внедрение современных технологий дорожных покрытий позволит обеспечить качество и надежность автомобильных дорог. Мировой и признанный интерес представляет применение ряда современных технологий при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Одними из таковых являются.

Покрытия Сларри, которое представляет собой литую эмульсионно-минеральную смесь, состоящую из битумной эмульсии, каменного материала с определенным гранулометрическим составом, воды и специальных добавок [2]. Смесь готовится холодным способом и обладает рядом преимуществ, относящихся к подбору рецептуры смеси и методу ее нанесения.

Для смесей применяются так называемые «быстрохватывающиеся эмульсии» (quickset) (для Сларри) или «эмульсии быстрого открытия движения» (quick traffic emulsion) (для Микросюрфейсинга). В большинстве стран мира данные эмульсии являются катионными. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с анионными.

Поскольку, обладают возможностью быстрого взаимодействия каменного материала и вяжущего с получением хорошей адгезии, совместимостью с широким

спектром каменного материала и быстрым формированием смеси. В покрытии Сларри мало пустот, и, будучи самовыравнивающимся, оно обладает высокой стабильностью и сопротивлением к деформациям. Такие покрытия могут быть спроектированы с применением нескольких типов гранулометрических составов каменного материала и различных видов битумов, что дает возможность оптимизирования свойств.

Преимущества покрытия Сларри: рабочая полоса движения для транспорта; водонепроницаемость покрытия; небольшая корректировка профиля, имеющего продольные и поперечные деформации; заполнение колеи; текстурированная поверхность для обеспечения превосходного сцепления; внешнее сходство с покрытиями из горячих асфальтобетонных смесей с низким уровнем шума; сокращение стоимости выполнения текущего ремонта за расчетный срок службы покрытия на 38%.

Микросюрфейсинг. Это разновидность эмульсионно-минеральной смеси типа Сларри, позволяющая производить укладку смеси более толстым слоем и в несколько слоев. Она является более прочной, но с более высокими требованиями к качеству каменного материала. Эта технология может применяться как для исправления незначительных деформаций, так и для ликвидации колеи. Модифицирование полимером позволяет использовать каменный материал более крупных фракций без риска его выноса, а более высокая когезия означает, что более толстые слои могут нести нагрузку не деформируясь [2].

Возможно устройство слоев толщиной 50-75 мм. Такие материалы производятся с добавлением специальных эмульгаторов, для того, чтобы повысить когезию и ускорить их застывание. Это означает, что открытие движения по отремонтированным участкам может происходить в период от 30 минут до 1 часа после окончания укладки, даже при более низких температурах.

Микросюрфейсинг и Сларри являются полезными дополнениями к существующим технологиям строительства и ремонта автомобильных дорог.

Технология применения геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Основная цель применения прослоек из геосеток – армирование асфальтобетонных слоев за счет повышения сопротивления покрытия растягивающим температурным напряжениям и сопротивлению напряжению при изгибе, изменения условий контакта в зоне трещины, а на основе этого – увеличение срока службы покрытия.

Рекомендуется два варианта конструктивных решений: укладка геосетки между верхним и нижележащими слоями (слоем) асфальтобетонного покрытия для повышения сопротивления преимущественно температурным воздействиям; укладка геосетки между блочным основанием и вышележащими асфальтобетонными слоями (слоем) для повышения сопротивления преимущественно воздействию временной нагрузки [2].

Применение армирующих прослоек из геосеток в слоях дорожного покрытия увеличивает срок службы покрытия в 1,5-2 раза, в соответствии снижается объем работ затраченный на ямочный ремонт на 30-50%.

Библиографический список

1. Электронный ресурс: <http://library.stroit.ru/articles/sovrtech/>
2. Электронный ресурс: [file:///E:/s29_53%20\(1\).pdf](file:///E:/s29_53%20(1).pdf)

Хозяйкина Н.В., к.т.н., доцент, Гхарайбех Ахмад Марван студент гр. ПБм-14-1
(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет, г. Днепрпетровск, Украина).

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТОВ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Инженеры-строители проектируют и возводят грандиозные сооружения, имеющее огромное значение в нашей повседневной жизни, однако гражданское строительство – одна из наиболее всеохватывающих областей инженерного дела. Эта область подразумевает возведение сооружений общественного пользования, улучшение и защиту их конструкций, обеспечивая общество жилым фондом.

Малоэтажная застройка является одним из наиболее оптимальных форматов для всех участников рынка, а также способ повысить доступность жилья для широких слоёв населения и увеличить темпы строительства жилой недвижимости. Большой удельный вес в общей стоимости строительства малоэтажных зданий составляют затраты на устройство фундаментов.

Фундамент является наиважнейшей частью здания, основная функция которой заключается в передаче и распределении нагрузки от здания на грунт под его основанием. Общий принцип строительства фундамента для дома примерно одинаков во всех современных проектах и меняется лишь в зависимости от конкретных особенностей грунта и используемой технологии. В настоящее время при строительстве малоэтажных домов используется несколько основных типов фундамента.

Существует множество видов фундаментов, однако рассмотрим простые, применяемые для строительства жилых домов малой этажности.

Рассматривается несколько видов фундаментов: отдельный фундамент; фундамент в виде сплошной подушки; фундамент на сваях.

Основными факторами при выборе того или иного вида фундамента являются, прежде всего, тип дома (кирпичный одноэтажный, кирпичный более 2-х этажей, дом из пенобетона, легкий каркасный или щитовой и т.д.) который определяет вес здания, и соответственно его давление на грунт. [1].

Отдельный фундамент – опорная часть или фундамент является частью структуры, обычно размещенной под поверхностью земли. Она передает нагрузку нижележащей почве или твердой породе. Отдельный фундамент, как правило, имеет квадратную форму, реже – треугольную, что проще и экономичнее всего. Треугольный фундамент используется при ограниченном пространстве или если поддерживаемая свая имеет большую площадь прямоугольного сечения. Отдельный фундамент может быть свободонесущим от свай в обоих направлениях и на нее оказывается противодействие почвы.

Фундамент в виде сплошной подушки (плитный) следует использовать при проектировании здания в более одного этажа, если опорные конструкции не превышают 50 % площади здания. Когда нагрузка на фундамент велика, а грунт слабый, используют сплошные фундаменты. Они представляют собой сплошную железобетонную плиту под всей площадью застройки.

Различают два вида сплошных фундаментов: из плит и из перекрестных лент. Их возводят из монолитного железобетона, чтобы придать фундаменту пространственную жесткость. Плитные фундаменты, возводимые под всей площадью здания, представляют собой сплошную или решетчатую плиту, выполненную из монолитного железобетона либо из сборных перекрестных железобетонных балок с

жесткой заделкой стыковых соединений. Чаще всего их используют при слабых неоднородных грунтах с высоким уровнем грунтовых вод, а также в случаях, когда нагрузка, приходящаяся на фундамент, велика, а грунт основания недостаточно прочен. Такой фундамент хорошо выдерживает все вертикальные и горизонтальные перемещения грунта, плита двигается вместе с ним, предохраняя дом от разрушений. Благодаря этой особенности он получил еще одно название – плавающий.

Применение фундаментов данного типа практикуется в основном в малоэтажном строительстве, а также при небольшой и простой форме здания. Их сооружают, как правило, на проблемных грунтах: влажных или с высоким уровнем грунтовых вод. Недостатком фундаментов такого типа является его стоимость, они довольно дороги из-за больших расходов на земляные работы, бетон и металлическую арматуру.

Фундамент на сваях применяют при строительстве на слабых почвах. Выделяют свай-стойки и висячие сваи в зависимости от способов передачи нагрузки на грунт от конструкций сооружений [2].

Если под слабым грунтом на небольшой глубине находится мощный слой сильного грунта, то в этом случае применяют свай-стойки, которые прорезают слабый грунт и передают нагрузку на сильный, опираясь на него.

Если слой сильного грунта залегает достаточно глубоко, то применяются висячие сваи, уплотняющие грунт при их опускании, который используется в качестве основания.

Такой фундамент можно устанавливать в любое время года, так как его глубиной является глубина промерзания почвы. Однако если строить свайный фундамент на территориях с водонасыщенной почвой, то скважина либо засыпается землей, либо наполняется водой. У бетона, залитого в такую скважину, уменьшаются характеристики прочности. В этом случае предпочтение отдается ленточным фундаментам.

В зависимости от свойств почвы, уровня грунтовых вод и уровня промерзания, количества и силы нагрузок, типа конструкций здания выделяют различные виды свайного фундамента.

По типу материала фундамент различают: стальные; грунтовые; деревянные; железобетонные; набивные бетонные и железобетонные.

По методу опускания в землю фундамент бывает: забивной; буронабивной; завинчивающийся.

В настоящее время популярностью пользуются свайные фундаменты с набивными сваями. Их число превышает несколько десятков, из которых самыми распространенными являются следующие: сваи, у которых обсадные трубы извлекаются – находят применение в слабых почвах; забиваемые в землю сваи с металлической оболочкой – используют в слабых и влажных почвах, где велика вероятность осыпания стенки скважины до начала заливки бетона; сваи, используемые в сухих и малоувлажненных почвах – такие сваи не требуют специальных мер по упрочнению стенок скважины

Необходимо подчеркнуть, что использование программного обеспечения значительно облегчит анализ, обоснование и проектирование здания, а также уменьшит временные и материальные затраты. Более сложные проекты, невыполнимые всего лишь несколько лет назад, теперь легко поддаются анализу и проектировке с помощью программ. Чтобы идти в ногу со временем, необходимо быть в курсе последних технологических разработок, которые позволяют быстрее получить более точный результат без потерь качества. Например, проектирование отдельного фундамента и его результат легко получить в программе STAAD Foundation, а проект фундамента на сваях с использованием программы DRIVEN [3].

Библиографический список

1. Электронный ресурс: <http://www.stroyunivermag.ru>
2. Электронный ресурс: <http://vosr34.ru/construction3>
3. Электронный ресурс: <http://www.bentley.com/en-US/Products/STAAD.foundation/>