

- практика; зб. наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2014. – вип.6. С. 14-17.
6. Бильченко А.В. Содержание и структура моделирования процесса эксплуатации мостовых сооружений / А.В. Бильченко, А.Г. Кислов // Вестник ХНАДУ, выпуск 68. – Харьков, 2015. – С.108-112.
 7. Бильченко А.В. Узкие места дорожного комплекса регионального уровня / А.В. Бильченко, А.Г. Кислов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: матер. междунар. науч.-практ. конф.–Пермь, 2014. –С.343-347.
 8. Бильченко А.В. Концепция сохранения и развития мостовых сооружений в г. Харькове до 2012года с прогнозом до 2014года / А.В. Бильченко, А.Г. Кислов, О.И. Безбабичева, О.А. Бадаева // Харьков: ХНАДУ, 2009. – 39с.
 9. Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування: ДБН В.2.3-6:2009. – [Чинні від 2009-11-11]. – К.: Мін-регіонбуд України, 2009. – 63с.
 10. Повышение долговечности автодорожных мостов: Монография / В.П. Кожушко, А.В. Бильченко, А.Г. Кислов и др.; под ред. В.П. Кожушко. – Харьков: ХНАДУ, 2016. – 236с.
 11. Cuelho Eli, Evaluating Concrete Bridge / Eli Cuelho, Jerry Stephens, Peter Smolenski, Jeff Johnson // Montana Department of Transportation: Final Report FN WA / MT-06-000/8156-002, June. – 2006. - P.302.
 12. Prakash Rao D.S. Temperature Distribution and Stresses in Concrete Bridge/ D.S. Rao Prakash //American Concrete Institute. ACI Journal, USA, 1986. – V.83, №4. – P.588-596.
 13. Лозицкий А.С. Анализ контроля качества строительства и эксплуатации мостовых сооружений / А.С. Лозицкий // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: матер. междунар. науч.-практ. конф.–Пермь, 2014. –С.459-462.
 14. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування: ДБН В.2.3-14:2006. – [Чинні з 2007-02-01]. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 359с.
 15. Карапетов Э.С. Проблемы эксплуатации мостовых сооружений Украины / Э.С. Карапетов, Д.А. Шестовицкий // Дороги Инновации в строительстве. – Санкт-Петербург. – 2012. – выпуск №17. – С. 27-31.

Бильченко А.В., Кіслов О.Г., Синьковська О.В., Мітрохіна М.О. ПИТАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОСТОВИХ СПОРУД НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ. Розглянуто питання стану мостових споруд на автомобільних дорогах регіонального рівня, в населених пунктах. Показано, що вони є найбільш слабким місцем автотранспортного комплексу.

Ключові слова: мостові споруди, освітлення, шум, габарити, залізобетонні елементи, надійність.

Bilchenko A.V., Kislov O. H., Sinkovska O.V., Mitrokhina M.O. ISSUES OF BRIDGE STRUCTURES OPERATION ON REGIONAL ROADS. The issues of situation with bridge structures on the regional roads in settlements have been considered. It has been shown that these roads are the weak point of the motor-transport complex.

Key words: bridge structures, lighting, noise, overall size, reinforced concrete elements, reliability.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-248-253
УДК 621.311

Бойко Т.К., Пальченко О.Л.

*Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: kafgts@gmail.com)*

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ГІДРОАКУМУЛЮЮЧИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ЯКІСТЬ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

Проаналізовано роль гідроакумуючих електростанцій (ГАЕС) в оптимізації режимів роботи енергетичних систем, в підвищенні надійності та якості електропостачання.

Ключові слова: гідроакумуюча електростанція, енергосистема, акумулювання енергії.

НАУКОВИЙ ВІСНИК БУДІВНИЦТВА, Т. 91, №1, 2018

Вступ. Україна – одна з небагатьох європейських країн, яка володіє значним резервом електрогенеруючих потужностей. Звідси виникають два пов'язаних між собою питання: як цей «надлишок» електроенергії використовувати і, головне, як вирішити проблеми нерівномірності графіка завантаження енергосистеми, зокрема, пов'язані із «провалом» споживання електроенергії в нічний час. Однією з особливостей енергетики України є наявність суттєвої нерівномірності графіка електричного навантаження. За даними Мінпаливноенерго України, нічний надлишок потужностей в Україні становить понад 1 100 МВт і має тенденцію до зростання. Одним з напрямків використання надлишкових потужностей і згладжування добового графіка споживання енергії є акумулювання надлишкової енергії [1].

Акумулювання енергії є її накопичення при виникненні в енергосистемі надлишків генеруючої потужності для перерозподілу в часі. Потреба в акумулюванні викликається не тільки нерівномірністю електроспоживання, а й технічною складністю і неекономічністю швидкої зміни потужності теплових і атомних електростанцій, а також необхідністю наявності високоманевреної потужності при нештатних ситуаціях в енергосистемі.

Одним з найбільш ефективних способів вирішення проблеми практично в усьому світі є гідроакумулювання – завдяки унікальному поєднанню функцій покриття пікових навантажень і споживання надлишкової потужності теплофікаційного обладнання ТЕС і АЕС [2].

Актуальність і постановка проблеми. Як відомо, в структурі електроенергетичної системи як в складному й неоднорідному технічному об'єкті, існують елементи або умови, які негативно позначаються на працездатності всієї системи, так звані «слабкі місця». Відхилення параметрів режиму можуть призвести до різкого зниження якості та надійності роботи енергетичної системи, обмежують технічні можливості системи та ефективність її управління, часто є причиною системних аварій з порушенням живлення споживачів.

Метою даної статті є аналіз ролі гідроакумулюючих електростанцій (ГАЕС) в оптимізації режимів роботи енергетичних систем, в підвищенні надійності та якості електропостачання.

Аналітичний огляд літературних джерел. На сьогоднішній день, в об'єднаній енергетичній системі України існує дефіцит резервів потужності автоматичного вторинного регулювання. Внаслідок анексії Криму та збройного конфлікту на сході України, зруйновані енергогенеруючі об'єкти й електричні мережі, об'єкти вугільної галузі, об'єкти транспортної та соціальної інфраструктури

Досвід зарубіжних енергосистем з переважанням ТЕС і АЕС показує, що для організації їх оптимальної роботи 10–12% повинні складати високоманеврені гідроакумулюючі електростанції [3,4].

ГАЕС – це складні об'єкти, в яких технічні та природні складові взаємопов'язані і впливають один на одного. У Програмі розвитку гідроенергетики України на період до 2026 р. [5], яку схвалено Кабінетом Міністрів України в липні 2016 р., розглядається добудова Дністровської ГАЕС з введенням в експлуатацію ще чотирьох агрегатів, після чого вона має стати шостою за потужністю ГАЕС у світі (2268 МВт), добудова Ташлицької ГАЕС з введенням в експлуатацію чергових чотирьох агрегатів з доведенням її потужності в турбінному режимі до 906 МВт, а також будівництво Канівської ГАЕС з установленою потужністю в турбінному режимі 1000 МВт.

Необхідність будівництва великих гідроакумулюючих станцій об'єктивно обумовлена дефіцитом потужностей в регіонах, в яких переважають низько маневрені теплові та атомні електростанції. Перспективність розвитку цього виду гідроенергетики визначається також економічним статусом ГАЕС – прибутковістю і, відповідно, інвестиційною привабливістю проектів станцій цього типу. Управління такими об'єктами, забезпечення їх безпеки відповідно до Закону «Про безпеку гідротехнічних споруд» вимагає знання закономірностей їх функціонування [6].

Робота ГАЕС, як акумулятора енергії, полягає в зміні двох режимів: накопичення енергії та її видачі споживачам. Заряд ГАЕС здійснюється шляхом підйому води гідромашинами з електричним приводом з нижнього водосховища у верхній акумулюючий басейн. Заряджають ГАЕС, як правило, в нічні години, коли навантаження в енергосистемі знижується і утворюється зайва генеруюча потужність. При розряді, що здійснюється в години максимального навантаження в енергосистемі, вода, спрацьовує з верхнього басейну в нижній, пропускається в турбінному режимі через оборотні гідроагрегати, які працюють спільно з реверсивними електромашинами, що генерують струм, як на звичайних ГЕС. Таким чином, ГАЕС розвантажуючи ТЕС і АЕС від короткочасного пікового навантаження, перерозподіляють в часі електроенергію, яка виробляється іншими електростанціями, відповідно до вимог споживачів.

Завдяки специфічній технології ГАЕС займають особливе місце серед гідроенергетичних об'єктів, оскільки дають унікальну можливість подвійного регулювання потужності. Це дозволяє використовувати ГАЕС при вирішенні широкого діапазону завдань, пов'язаних з потребами регулювання добового графіка навантаження

в енергетичній системі, оптимізацією роботи ТЕС і АЕС, здійсненням функцій аварійного резерву генеруючої потужності та ін. [7].

Графіки споживання електроенергії (добові графіки навантаження) сучасних енергооб'єднань відрізняються високим ступенем нерівномірності, що створює труднощі як з покриттям піків, так і з проходженням нічних провалів добових графіків навантаження.

На рис. 1 наведено добовий графік виробництва/споживання електроенергії. Графік виробництва/споживання електроенергії – головний документ в диспетчерському управлінні ОЕС України, який регламентує роботу всіх суб'єктів Об'єднаної енергосистеми сьогодні на завтра.

Відповідно до графіка балансується споживання електроенергії та її виробництво електростанціями. При цьому враховується забезпечення нормативних параметрів безпеки роботи генерації та мереж, забезпечення резервів потужності для покриття можливих втрат генерації чи підвищення споживання.

Добовий графік навантаження розробляється ДП «Енергоринок», затверджується Головним диспетчером Укренерго та ДП «Енергоринок» [8].

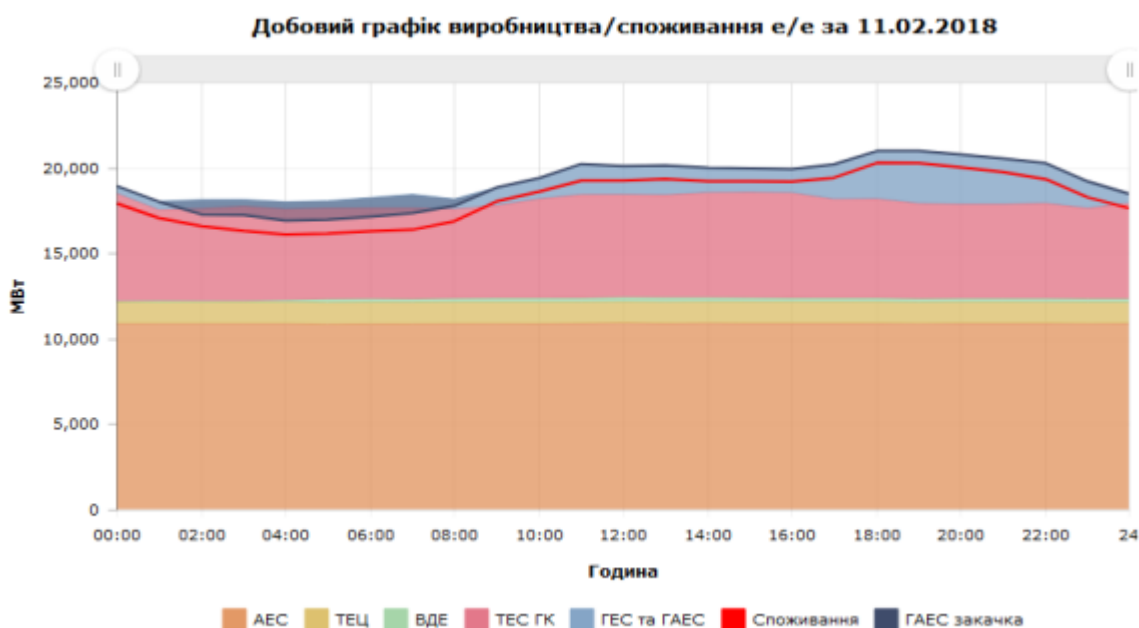


Рис. 1. Добовий графік виробництва/споживання електроенергії

Навантаження електричної системи повинне бути розподілено між усіма електростанціями, сумарна встановлена потужність яких трохи перевищує найбільший максимум системи. Покриття базової частини добового графіка навантаження покладають на такі станції: АЕС, регулювання потужності яких важко; ТЕЦ, максимальна економічність яких досягається тоді, коли їх електрична потужність відповідає тепловому споживанню; ГЕС – в розмірі, відповідному мінімальному пропуску води за санітарними вимогами та умовами судноплавства. Пікову частину графіка навантаження, зазвичай, покривають за рахунок генеруючих потужностей ГЕС та ГАЕС, агрегати яких допускають часті включення й відключення, а також швидку зміну навантаження.

Слід звернути особливу увагу на те, що в Україні дуже гостро відчувається дефіцит генеруючих потужностей ГАЕС, що не дозволяє досягти економічної роботи ТЕС і АЕС в ті періоди часу, коли енергосистема повинна покривати добові піки графіка навантаження.

В Україні побудовані або перебувають в стадії добудови наступні найбільші ГАЕС: Київська ГАЕС; Ташлицька ГАЕС (Південноукраїнський енергокомплекс); Дністровська ГАЕС (добудовується); Канівська ГАЕС (запроектована).

Коротко охарактеризуємо особливості згаданих об'єктів.

Київська гідроакумулююча електростанція – перша в Україні і на території країн бывшего СРСР, яку введено в експлуатацію ще в 1972 р. [9], є частиною каскаду гідроелектростанцій побудованих на річці Дніпро.

Київська ГАЕС спільно з Київською ГЕС складають єдиний гідроенергетичний комплекс, нижнім б'єфом станції є Київське водосховище. Сумарна встановлена потужність станції – 234,5 МВт в генераторному режимі й 120 МВт в насосному. Середньорічне виробництво – 190 млн кВт·год, споживання – 290 млн кВт·год при максимальному напорі 72,7 метрів.

Ташлицька гідроакумулююча електростанція – розташована в м. Южноукраїнську

Миколаївської області на Ташлицькому водосховищі. Перший гідроагрегат Ташлицької ГАЕС був пущений 14 вересня 2006 року в насосному режимі й почалося поступове заповнення водосховища ГАЕС, а 16 жовтня 2006 року гідроагрегат був пущений в генераторному (турбінному) режимі. Другий гідроагрегат Ташлицької ГАЕС був пущений 21 липня 2007 в генераторному режимі, а 24 липня – в насосному режимі. В шахту третього агрегату Ташлицької ГАЕС 13 травня 2017 встановлено робоче колесо. За даними фахівців, готовність будівельної частини третьої машини ГАЕС становить 80%, водоводу – 90%.

Дністровська ГАЕС входить до складу Дністровського комплексного гідрозула. Будівництво станції було розпочато в 1983 році, в грудні 2009 р був пущений перший гідроагрегат, а в грудні 2013 – другий гідроагрегат. В даний час ведеться робота по введенню в експлуатацію третього гідроагрегату та завершенню першого етапу будівництва ГАЕС.

Станція більше споживає енергії, ніж виробляє. Але з точки зору енергетиків вона виконує вкрай важливі завдання: в найскладніші періоди згладжує пікові навантаження, дає додаткові обсяги електроенергії, а також підтримує частотний режим в мережі. Її ККД складає 75% і знаходиться цілком на рівні зарубіжних аналогів. Серед переважних плюсів ГАЕС є функція нічного навантаження на ядерні енергоблоки, потужність яких не регулюється, підстрахування сильно зношених блоків вітчизняних ТЕС, а також економія палива для них, тобто дорогого імпортного газу.

Всього згідно з проектом на Дністровській ГАЕС повинні бути побудовані 7 гідроагрегатів потужністю 2268 МВт в генераторному і 2947 МВт у насосному режимах. Такою потужністю не володіє ні одна з існуючих в Європі гідроакумулюючих станцій.

Канівська ГАЕС (запроектована). Реалізація проекту Канівської ГАЕС допоможе забезпечити енергонезалежність та енергетичну безпеку нашої країни та скоротити споживання імпортованого природного газу на 10 млн куб. м на місяць, або

близько 120 млн куб. м на рік, а також імпортного вугілля приблизно 0,5 млн тонн на рік.

Важливість проекту полягає також не тільки в тому, що це додатковий виробок електроенергії в обсязі понад 1 млрд кВт годин на рік, а що це додаткові маневруючі та регулюючі потужності для нашої енергетичної системи. За результатами розрахунків, введення в експлуатацію Канівської ГАЕС забезпечить середньомісячну економію природного газу в обсязі 10,3 млн.куб.м та вугілля в обсязі 43,8 тис. тонн, або 7,9 млн. доларів США.

Крім того, слід також пам'ятати, що будівництво та експлуатація гідроенергетичних об'єктів, як показує практика, пов'язуються зі значним ризиком [10], детальний аналіз, адекватна кількісна оцінка і належне врахування якого під час прийняття рішень являє собою надзвичайно складну міждисциплінарну проблему [11, 12].

Усі можливі ризики будівництва і експлуатації ГЕС та ГАЕС важко передбачити й ідентифікувати, адже і характер, і масштаб більшості впливів навколишнього середовища на об'єкти і об'єктів на довкілля, якісні і кількісні ефекти і наслідки, які так чи інакше реалізуються в майбутньому, тією чи іншою мірою є невизначеними або стохастичними.

Тому національні стратегії більшості країн світу щодо розвитку потенційно небезпечних технологій, до яких, безумовно, належить і гідроенергетика, в контексті забезпечення їх екологічної і техногенної безпеки, орієнтуються на концепцію прийнятних ризиків [10, 14].

Висновки. Технічна необхідність розвитку гідроакмулювання не викликає сумніву, оскільки ГАЕС дозволяють оптимізувати роботу ТЕС, АЕС і підвищити надійність енергосистеми в цілому, забезпечити нормативну якість електроенергії, створити запаси води для побутового та промислового споживання, з метою іригації і т.д. Технологічні можливості ГАЕС носять більш якісний характер, ніж кількісний, і їх важко оцінити економічно. Необхідний розумний компроміс між технічною необхідністю і економічною доцільністю

будівництва ГАЕС. У результаті проведених досліджень установлено [15], що найбільш доцільним сценарієм уведення нових потужностей гідрогенерації на ГАЕС в Україні для реалізації Програми розвитку гідроенергетики на період до 2026 р., який дозволяє мінімізувати сукупний ризик включно з ризиком невикористаних можливостей, є сценарій, за яким на першому етапі рекомендується зосередити зусилля на введенні агрегата 4 на Дністровській ГАЕС, на другому – на будівництві Канівської ГАЕС, на третьому – на добудові Дністровської ГАЕС з уведенням агрегатів 5, 6, 7 третьої черги. Після цього може розглядатися можливість добудови Ташлицької ГАЕС з подальшим введенням агрегатів 3, 4, 5, 6.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Развитие теплоэнергетики та гідроенергетики / С.Т. Базеев, Б.Д. Білека, Є.П. Васильєв та ін.; наук. ред. В.М. Клименко, Ю.О. Ландау, І.Я. Сігал. 2013. – 399 с. [Електронне джерело] / Режим доступу: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-2/section-2/2-8>)
2. Electric Energy Storage Technology Options: A White Paper Primer on Applications, Costs, and Benefits / Rastler et al. EPRI, Palo Alto, CA, 2010. – Available at: <http://www.epri.com/abstracts/Pages/ProductAbstract.aspx?ProductId=00000000001020676>
3. Vennerman P. Pumped storage plants – Status and perspectives / P. Vennerman, K.H. Gruber, J.U. Naaheim and al. // VGB Power Tech. – 2011. – N. 4. – P. 32–38.
4. Родионов В.Г. Оптимизация структуры генерирующих мощностей. Аккумуляторы – накопители энергии // Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего. – М.: ЭНАС, 2010. – С. 68–69.
5. Програма розвитку гідроенергетики на період до 2026 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13 липня 2016 р. № 552-р. [Електронне джерело]. - Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/552-2016-%D1%80>
6. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике / Синюгин В.Ю., Магрук В.И., Родионов В.Г.– М.– ЭНАС, 2013. – 352с.
7. Гидроэнергетика и окружающая среда / Под общ. ред. Ю. Ландау и Л.А. Сиренко. – К.: Либра, 2004. – 484 с.

8. Добовий графік виробництва/споживання електроенергії. [Електронне джерело]. - Режим доступу: <https://ua.energy/diyalnist/dyspetcherska-informatsiya/dobovyj-grafik-vyrobnytstva-spozhyvannya-e-e/>.
 9. Поташник С.И. Каскад Среднеднепровских ГЭС: Опыт освоения и эксплуатации / С.И. Поташник. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.
 10. Векслер А.Б. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений / А.Б. Векслер, Д.А. Ивашинцов, Д.В. Стефанишин. – СПб: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 2002. – 591 с.
 11. The use of risk analysis to support dam safety decisions and management. Trans. Of the 20-th Int. Congress on Large Dams. – Vol. 1. – Q. 76. – Beijing-China, 2000. – 896 p.
 12. Risk Assessment in Dam Safety Management. A reconnaissance of benefits, methods and current applications. ICOLD Bulletin 130. – Paris, 2005. – 276 p.
 13. Бенатов, Д. Е. Системний аналіз чинників природно-техногенної безпеки найбільших гідровузлів України [Текст] / Д. Е. Бенатов // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – Т. 5, № 10 (77). – С. 12–21. doi: 10.15587/1729-4061.2015.49270
 14. Стефанишин Д.В. Урахування ризику невикористаних можливостей під час обгрунтування оптимального сценарію введення нових агрегатів на гідроакмулювальних електростанціях в Україні // Системні дослідження та інформаційні технології, 2017, № 4. – С. 7–19. doi: 10.20535/SRIT.2308-8893.2017.4.01
- Бойко Т.К., Пальченко О.Л. ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА КАЧЕСТВО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ.** Проанализирована роль гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС) в оптимизации режимов работы энергетических систем, в повышении надежности и качества электроснабжения.
- Ключевые слова:** гидроаккумулирующая электростанция, энергосистема, аккумулярование энергии.
- Boyko T.K., Palchenko O.L. PECULIARITIES OF THE INFLUENCE OF HYDROACCUMULATING POWER STATIONS ON QUALITY OF ENERGY SUPPLY.** The role of pumped storage power plants (HPPP) in optimizing the operating modes of power systems, in increasing the reliability and quality of electricity supply is analyzed.
- Key words:** pumped storage power station, power system, energy storage.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-253-257
УДК 666.983

Вандоловський С. С.

*Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: wandolovskiy@gmail.com)*

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ СТАЛЕФІБРОБЕТОНА ТА ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

Розглянута проблема підвищення міцності сталевібробетону за рахунок уточнення взаємодії сталевіброповерхні (тверда фаза) і цементного тіста (рідка фаза). Проведений аналіз міцностних показників і доведено, що при тужавінні бетону сталеві підкладка сприяє підвищенню густини та міцності шару, який контактує зі сталевібропідкладкою.

Ключові слова: сталевібробетон, цементний камінь, зона контакту, залізний порошок.

Сталевібробетон набуває дедалі більшого застосування у будівництві. У сучасному світі в число виробників сталевібробетонних конструкцій входить багато країн світу, у тому числі США, Японія, Канада, Німеччина, Великобританія, Норвегія, Австралія, Нова Зеландія та інші. В Японії

вже в 1981 році кількість використаної сталевіброфібри склало близько 3000 т. Використання дисперсної арматури дозволяє спростити технологію виготовлення конструкцій: повністю або частково відмовитися від арматурних робіт. [1]