

Список литературы

1. Страхова Н.А., Гераськин В.И., Кортovenко Л.П., Павлюковская О.Ю. Серо-битумные компаунды. Газовая промышленность. № 11. 2000. С. 68.
2. Середин Б.Н., Страхова Н.А., Эльмурзаев А.А., Кортovenко Л.П. Производство и использование модифицированной серы в композиционных материалах. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып.45(64). С. 67–75
3. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Середин Б.Н., Белова Н.А., Кокарев А.М., Кортovenко Л.П. Подбор вяжущего для композиционного строительного материала. Материалы VII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования» г. Астрахань, 7–8 мая 2018. С. 55–57.
4. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Середин Б.Н., Кокарев А.М., Кортovenко Л.П. Модификаторы для композиционного строительного материала. Материалы XII Международной научно-практической конференции «Перспективы развития строительного комплекса: образование, наука, бизнес», г. Астрахань, 10–11 октября 2018 г. С. 89–95.
5. Утегенов Б.Б., Середин Б.Н., Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Методические указания «Определение группового химического состава битума методом адсорбционной хроматографии», г. Астрахань, АИСИ, 2015 г. С. 15.
6. Середин Б.Н., Страхова Н.А., Кортovenко Л.П. Серные композиционные материалы. Материалы первого Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию Каспия». 21–26 мая 2012 г. С. 56.
7. Янборисов Д.Н., Буйнов Н.В., Страхова Н.А., Маслак А.В., Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Разработка технологии вовлечения добавок в сырье для получения битумов. Материалы X Международной научно-практической конференции «Перспективы развития научно-технического сотрудничества стран-участниц Евразийского экономического союза» г. Астрахань. 9–11 ноября 2016г. С. 200–203.
8. Страхова Н.А., Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Добавки в битумы. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. г. Махачкала, том № 45, № 3, 2018. С.175–184.
9. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Середин Б.Н., Белова Н.А., Кокарев А.М., Позднякова В.А., Кортovenко Л.П. Композиционный строительный материал повышенной прочности. Материалы XXVII Международной научно-практической конференции «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования. Материалы VIII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников 23–25 апреля 2019 г. Т. 2. Научный потенциал организационно-управленческого инжиниринга в реализации инвестиционно-строительного и жилищно-коммунального комплекса. С.99–104.
10. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Курманалиев А.В., Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Подбор модификаторов для композиционного строительного материала. Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Перспективы развития строительного комплекса: образование, наука, бизнес», г. Астрахань, 29–31 октября 2019 г. С. 210–212.
11. Утегенов Б.Б., Белова Н.А., Цамаева П.С., Страхова Н.А., Кортovenко Л.П. Битумные материалы для дорожного строительства Материалы V Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников. Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования. г. Астрахань. 2016. С.333–336.
12. Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Модифицирующие добавки в битумы. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Астрахань. Издательство АФ МФПУ «Синергия». 2014. С.331–334.
13. Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Получение нефтяных битумов различными способами. VII Международная научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов «Перспективы развития строительного комплекса. Том 1. 28–31 октября 2013г. АИСИ.С. 19–23.
14. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Кортovenко Л.П. Влияние серы на термостабильность битумных композиций. Материалы международной научной конференции «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. М. Сборник тезисов 16–18 октября 2013. М. С. 307–309.
15. Утегенов Б.Б., Страхова Н.А., Кортovenко Л.П. Влияние добавок на качество битумов на основе гудронов астраханского газоконденсата. Промышленное и гражданское строительство. М. – № 8. 2012. – С.37–38.

© *Н.А. Страхова, Б.Б. Утегенов, Б.Н. Тулепбергенов, Н.А. Белова, А.М. Кокарев, Л.П. Кортovenко*

Ссылка для цитирования:

Н.А. Страхова, Б.Б. Утегенов, Б.Н. Тулепбергенов, Н.А. Белова, А.М. Кокарев, Л.П. Кортovenко. Модифицированные композиционные материалы для строительства дорог // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 4 (34). С. 37–43.

УДК 624.91.024.26

АРОЧНЫЕ ОПОРНЫЕ КОНТУРЫ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ С ВИСЯЧИМИ ПОКРЫТИЯМИ: КОНСТРУКТИВНЫЕ И АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

А.С. Кудасова, М.А. Колотиенко, А.Д. Тютин

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

В работе рассматриваются архитектурные особенности и конструктивные параметры большепролетных объектов спорта, здания которых включают различные по конфигурации висячие покрытия, а также замкнутые или открытые опорные контуры. Проведена классификация оптимальных вариантов исполнения покрытия с учетом характера работы конструкций, охарактеризованы стальные, сталебетонные и железобетонные арки. На примере возведенных объектов составлен перечень основных мероприятий по минимизации отрицательного воздействия особенностей исследуемой конфигурации здания на его эксплуатационные характеристики и несущую способность конструкций.

Ключевые слова: *покрытие, опорный контур, висячее покрытие, мембранное покрытие, вантовые покрытия, светопрозрачное покрытие, распорные конструкции, арки, стадионы, уникальные здания, большепролетные здания.*

ARCHED SUPPORTING STRUCTURE OF THE HANGING ROOF OF WIDESPAN STADIUMS: STRUCTURAL AND ARCHITECTURAL FEATURES

A.S. Kudasova, M.A. Kolotienko, A.D. Tyutina

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

The paper considers various structural and architectural parameters of widespan sports buildings with buildings include various configurations of suspended roofs and supporting tension structure. The classification of the optimal types of the roof is carried out, taking into account the principles of work of structures, and also characteristics of steel, steel-concrete and reinforced concrete supporting tension arches. Examples of constructed buildings are described, what is the basis for making recommendations to reduce the negative effect of the design features. Based on this, it is proposed to increase the operational characteristics and the bearing capacity of buildings.

Key words: *widespan roof, supporting tension structure, suspended roof, membrane structures of roof, cable-stayed roof, light-transmitting roof structures, thrust forces in roof structures, arches, stadiums, unique buildings, widespan building.*

К рассмотрению предлагается здание из числа объектов спорта, вариативная конструктивная схема которого включает всяческое покрытие одной из выделенных далее конфигураций, работающее совместно с замкнутым или открытым опорным контуром, состоящим из перекреивающихся арок.

Выбор целевого назначения объекта обуславливается тем, что на сегодняшний день массовый спорт является одним из факторов социально-экономического развития Российской Федерации, наблюдается стабильный рост отрасли и способствующее ему расширение нормативно-правовой базы. В рамках проводимой государственной политики в стране активно развивается и спорт высших достижений, благодаря чему среди более чем 250 тыс. функционирующих спортивных объектов наблюдается рост числа уникальных большепролетных зданий. Ключевыми объектами материальной базы являются стадионы, арены, спортивные комплексы [1], повышенные требования к экономической эффективности которых предъявляются как на стадии строительства [2], так и в процессе дальнейшей эксплуатации, в виду их многофункционального использования.

Решающая роль в процессе формообразования рассматриваемых объектов отводится конструкциям покрытия. Многообразие возможных конфигураций способствует реализации не имеющих аналогов решений, рациональный выбор которых сопряжен зачастую с разработкой уникальных конструктивных и строительно-монтажных решений. В рамках строительства стадионов и арен сложились основные, для большепролетных покрытий, формообразующие факторы, такие как: зависимость от планировочных решений; требования к водостоку и снегозадержанию; обеспечение комфортных уровней естественного освещения, аэрации [3]; безопасность, в том числе при возникновении угрозы прогрессирующего разрушения. Как и при проектировании аэропортов, основные принципы и современные тенденции которого представлены авторами ранее [4], актуальным решением для зданий стадионов является устройство светопрозрачного покрытия [5].

Высокой эффективностью в рамках вышеперечисленных требований отличаются всяческие покрытия, позволяющие безбарьерно перекрывать значительные пролеты; обеспечивать рациональную работу, как самого покрытия, так и несущих конструкций, при сравнительно низком весе и малой восприимчивости к осадке опор. При этом, на стадии проектирования необходимо учитывать значительный уровень деформативности распорных конструкций [6], разрабатывать стабилизирующие мероприятия.

В таблице 1 даны основные типы всячих покрытий, применяемые при проектировании объектов спорта. Для восприятия, возникающего в них распора применяются различные по конфигурации и материалу опорные конструкции [7]. Наиболее часто применяются круглые («Екатеринбург Арена» в г. Екатеринбург) или овальные (Стадион ФК «Краснодар» в г. Краснодар) в плане конструкции, возможны конфигурации прямоугольника со скругленными углами («Ростов Арена» в г. Ростов-на-Дону). Среди прочих особый интерес представляют возможности формообразования арочных опорных контуров замкнутого или открытого типа.

Для анализа основных особенностей исследуемой конструктивной схемы объекта предлагается изучить введенные в эксплуатацию здания и сооружения, соответствующие целевому назначению и принципиальным архитектурным решениям. С целью систематизации подбор объектов произведен с учетом материала изготовления опорного контура. Примечательны конструктивные решения здания велотрека «Крылатское» (г. Москва, Российская Федерация). В состав конструкций входят внешние и внутренние **стальные арки**, жестко заземленные в узле стыка с массивными опорами. Такой тип сопряжения позволяет повысить общую жесткость покрытия и упрощает конструирование. Опираемые арки на балки, расходящиеся от трибун, выполнено подвижным, благодаря чему снижается влияние перемещений, вызванных температурным воздействием и силовыми факторами, на работу конструкций. Гиперболическое покрытие велотрека исполнено в листовой

стали на прогонах из гнутых профилей, что позволяет уменьшить возникающие в нем напряжения. Общая форма здания близка к эллиптической, что обусловлено особенностями привязки объекта к конкретному виду спорта.

В рамках зарубежного опыта строительства предлагается рассмотреть объект «Dorton Arena» (штат Северная Каролина, США), что позволит также учесть следующий вид опорного контура по материалу изготовления – «железобетонные арки». Покрытие выполнено в виде висячей конструкции седлообразной формы, опорный контур составляют две наклонные, параболические в плане арки [11, 12]. Вантовая сеть состоит из несущих и стабилизирующих

стальных канатов, что обеспечивает аэродинамическую устойчивость системы. По покрытию располагаются листы профилированной стали.

К числу наиболее уникальных конструктивных и архитектурных решений возможно отнести хоккейный каток «Ingalls ice rink» (штат Коннектикут, США), представленный на изображении (рис. 1). Однако в данном случае решающая роль при проектировании отведена архитектурной выразительности объекта, в виду чего, в заключении предлагается более детально рассмотреть образец наиболее оптимизированной работы принятой конструктивной схемы.

Таблица 1

Типизация систем висячих покрытий объектов спорта

Тип	Однопоясные	Перекрестные
Принцип работы	Системы различных по взаиморасположению растяжек, передающих усилия на опорный контур. Стабилизация достигается устройством настила, располагающегося либо непосредственно на самих тросах, либо на вышележащих балках [8]	Системы покрытий двоякой кривизны с перекрестно расположенными несущими и стабилизирующими нитями, наиболее часто используется форма гиперболического параболоида
Объекты	Олимпийский плавательный бассейн в г. Москва (Российская Федерация); Дворец спорта в г. Вильнюс (Литва)	Олимпийский стадион в г. Мюнхен (Германия); Арена в штате Северная Каролина (США)
Тип	Двухпоясные	Мембранные
Принцип работы	Предварительно напряжённые системы из двух взаимосвязанных по средствам распорок или растяжек криволинейных поясов, одна группа которых работает в качестве несущих, а другая – стабилизирующих	Пространственные тонколистные конструкции, совмещающие несущие и ограждающие функции [9], напряжение которых зависит от характера совместной работы с опорным контуром и формы поверхности, которая обладает значительной степенью вариативности
Объекты	Стадион «Нижний Новгород» в г. Нижний Новгород (Российская Федерация); Дворец спорта «Юбилейный» в г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)	Конькобежный стадион в г. Коломна (Российская Федерация); Ледовый дворец спорта в г. Ангарск (Российская Федерация)

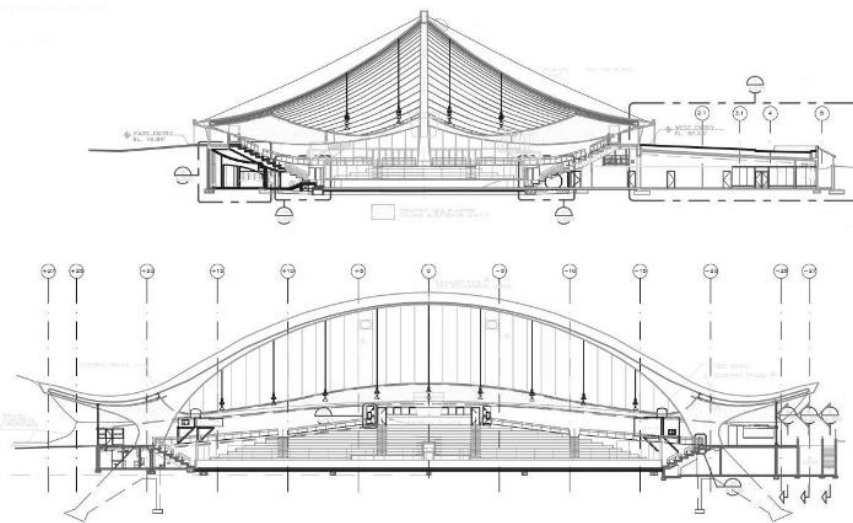


Рис. 1. Хоккейный каток «Ingalls ice rink» (штат Коннектикут, США) в разработке архитектора Eero Saarinen. © Eero Saarinen and Associates

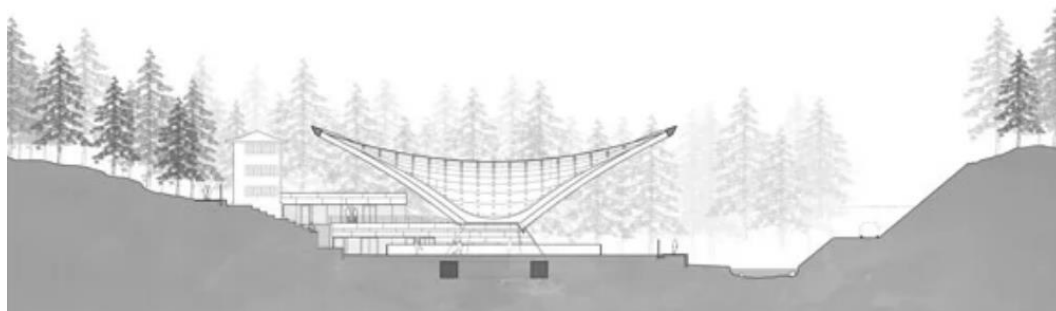


Рис. 2. Ледовый каток «Schierker Feuerstein Arena» (г. Вернигероде, Германия) в разработке архитектурного бюро GRAFT. © GRAFT GmbH

Таблица 2

Минимизация отрицательного воздействия особенностей исследуемой конфигурации здания на его эксплуатационные характеристики и несущую способность конструкций

Параметры	Особенности исследуемой конфигурации			
	Конфигурация с открытым арочным опорным контуром	Деформативность покрытия	Различные характеристики опорного контура и покрытия	Эксплуатационные и технологические особенности
Факторы снижающие эффективность конструкций	Распор не погашается, как в случае с замкнутыми круглыми или эллиптическими в плане контурами	Снижение аэродинамической устойчивости	Разрушение гидроизоляции в зоне сопряжения покрытия и опорного контура, последующие процессы увлажнения и замачивания	Высокие требования к производству строительно-монтажных работ, в особенности при разноуклонности кровли
		Разгерметизация кровли	Возможное снижение надежности сварных соединений	Возможное затруднение водостока и снегозадержание
Мероприятия по минимизации негативного воздействия	Передача распора на нижележащие конструкции опор трибун, контрфорсы, оттяжки, анкерные устройства, в уровне фундаментов [15]	Проектирование стабилизирующих мероприятий: включением стабилизирующих тросов, обеспечением устройства, в уровне пригрузки, применением жестких нитей	Устройство деформационного шва в критической зоне	Рациональное проектирование углов наклона конструкций и перепада отметок покрытия по высоте

Ледовый каток в г. Вернигероде (Германия) «Schierker Feuerstein Arena» (рис. 2) представляет собой оптимальное решение совместной работы висячего покрытия и воспринимающих распор стальных арок. В данном случае замкнутый опорный контур сопряжен с массивным железобетонным упором, для передачи нагрузок основанию. Покрытие общей площадью 2700 м² состоит из стальной тросовой сетки, поверх которой расположена мембрана ПТФЭ (политетрафторэтилен) [4].

Проведенный анализ объектов спорта, отвечающих заданным решениям позволяет сформировать ряд замечаний, систематизированных в таблице (табл. 2). Предполагается, что исследования в области принципов работы конструкций висячих покрытий, проектируемых совместно с арочными опорными контурами, позволят уже на этапе эскизного проектирования объекта сделать промежуточные выводы о технической, экономической и эксплуатационной обоснованности выбора формообразующих элементов объекта [13, 14].

Список литературы

1. Шумейко В.И., Евтушенко А.И., Кудлаева А.А., Ким О.В. Перспективы развития стадиона как многофункционального спортивного объекта // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2.
2. Кистяковский А.Ю. Проектирование спортивных сооружений. Москва: Высшая школа, 1980. С. 10–28.
3. Гарифуллин М.Р., Семенов С.А., Беляева С.В., Порываев И.А., Сафиуллин М.Н., Семенов А.А. Поиск рациональной геометрической схемы пространственной металлической конструкции покрытия большепролетного спортивного сооружения // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 2.
4. Кудасова А.С., Тютина А.Д., Колодиенко М.А. Конструктивные и архитектурные решения светопрозрачных покрытий объектов наземной инфраструктуры гражданской авиации // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 2 (32). С. 54–57.

5. Евтушенко А.И., Карамышева А.А., Колотиенко М.А., Брижанов Е. А. Инновационные разработки в области конструктивных и архитектурных решений светопрозрачных кровель аэропортов из стеклянных материалов // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1.
6. Ballio G., Mazzolani F.M. Theory and Design of Steel Structures. London: Taylor & Francis, 1983. 101 с.
7. Drew P. Tensile Architecture. London: Granada Publishing, 1979. 162 с.
8. Boake T. M. Understanding Steel Design: An Architectural Design Manual. Berlin: Walter de Gruyter, 2013. С. 158–169.
9. Barnes M., Dickson M. Widespan Roof Structures. London: Thomas Telford, 2000. С. 37–39.
10. Кирсанов Н.М. Висячие и вантовые конструкции. Москва: Стройиздат, 1981. 37 с.
11. Roca P., Lourenço P. B., Angelo Gaetani A. Historic Construction and Conservation: Materials, Systems and Damage. London: Routledge, 2019. С. 282–290.
12. Addis B., Addis W. Building: 3,000 Years of Design, Engineering, and Construction. New York: Phaidon Press, 2015. С. 505–506.
13. Еремеев П. Г. Особенности проектирования уникальных большепролетных зданий и сооружений // Современное промышленное и гражданское строительство. 2006. № 1. С. 5–15.
14. Бурлаков И. Р., Неминуцкий Г. П. Спортивные сооружения и комплексы. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: 1997 г. С. 28–31.
15. ЦНИИСК им. Кучеренко. Рекомендации по проектированию висячих покрытий. Москва: ЦНИИСК Госстроя СССР, 1973. 10 с.

© А.С. Кудасова, М.А. Колотиенко, А.Д. Тютинина

Ссылка для цитирования:

А.С. Кудасова, М.А. Колотиенко, А.Д. Тютинина. Арочные опорные контуры большепролетных спортивных объектов с висячими покрытиями: конструктивные и архитектурные особенности // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 4 (34). С. 43–47.

УДК 621.311.243

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АККУМУЛЯТОРАХ

Р.И. Шаяхмедов, Е.Е. Купчиков

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

Цель. Сокращение количества аккумуляторов электроэнергии, необходимых при снабжении домохозяйства электрической энергией от солнечных батарей. Методами исследования являются методы инновационного консалтинга. Проанализированы все потребители электроэнергии в домашнем хозяйстве с точки зрения возможности использования при их эксплуатации аккумуляторов энергии, более дешевых и долговечных, чем электрические.

Выводы. 1. Бытовые потребители электрической энергии можно разбить на три группы:

- хорошо совместимые с солнечными батареями, для которых электрические аккумуляторы могут быть заменены более дешевыми и более долговечными устройствами;
- частично совместимые, для которых электрические аккумулятора могут быть лишь частично заменены более дешевыми и более долговечными устройствами
- плохо совместимые с солнечными батареями, для которых не существуют пока долговечные и дешевые устройства, заменяющие электрические аккумуляторы.

2. При оснащении первой группы необходимыми приспособлениями общая потребность в аккумуляторах может быть сокращена более чем наполовину.

3. При оснащении второй группы необходимыми приспособлениями общая потребность в аккумуляторах может быть сокращена еще на 10 %.

4. Третья группа занимает в общем потреблении энергии только пятую часть, и эта часть может быть качественно сокращена при промышленном производстве необходимых приспособлений.

Ключевые слова: солнечные батареи, электрические аккумуляторы, холодакумуляторы, теплоаккумуляторы, приемы инновационного консалтинга.

SOLAR ENERGY IN LOCAL SYSTEMS ENERGY SUPPLY AND DEMAND REDUCTION IN ELECTRIC BATTERIES

R.I. Shajahmedov, E.E. Kupchikov

Astrakhan State University of architecture and civil engineering, Astrakhan, Russia

Goal. Reducing the number of electricity accumulators needed to supply the household with electricity from solar panels. Research methods are methods of innovative consulting. All consumers of electricity in the household are analyzed from the point of view of the possibility of using energy accumulators that are cheaper and more durable than electric ones during their operation.

Conclusions: 1. Household consumers of electric energy can be divided into three groups:

- well compatible with solar panels, for which electric batteries can be replaced with cheaper and more durable devices;
- partially compatible, for which electric batteries can only be partially replaced by cheaper and more durable devices;
- poorly compatible with solar panels, for which there are no long-lasting and cheap devices that replace electric batteries.

2. When the first group is equipped with the necessary devices, the total need for batteries can be reduced by more than half.

3. When the second group is equipped with the necessary devices, the total need for batteries can be reduced by another 10%.

4. The Third group occupies only a fifth of the total energy consumption, and this part can be qualitatively reduced in the industrial production of the necessary devices.

Keywords: solar panels, electric accumulators, cold accumulators, heat accumulators, innovative consulting techniques