

УДК 662.997

https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/18

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТОВ МНОГОСЛОЙНЫХ БАЛОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

©Шабданов М. Д., ORCID: 0009-0002-8904-9099, SPIN-код: 8546-7373, канд.техн.наук,
Ошский технологический университет, г. Ош, Кыргызстан

©Ташиев Н. М., ORCID: 0000-0001-9739-7638, SPIN-код: 4962-3103, канд. техн. наук, ишский
технологический университет им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан, miali_n@mail.ru

©Таштанбеков К. К., Ошский технологический университет
им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан

©Кебекбаев Б. Б., Ошский технологический университет
им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан

APPLICATION OF METHODOLOGICAL CALCULATIONS OF MULTILAYER BEAMS AND APPLICATIONS OF INFORMATION TECHNOLOGY AND USE OF SOLAR ENERGY

©Shabdanov M., ORCID: 0009-0002-8904-9099, SPIN-code: 8546-7373, Ph.D., Osh
Technological University named after M. M. Adysheva, Osh, Kyrgyzstan

©Tashiev N., ORCID: 0000-0001-9739-7638, SPIN-code: 4962-3103, Ph.D, Osh Technological
University named after M. M. Adysheva, Osh, Kyrgyzstan. miali_n@mail.ru

©Tashtanbekov K., Osh Technological University named after M. M. Adysheva, Osh, Kyrgyzstan

©Kebekbaev B., Osh Technological University named after M. M. Adysheva, Osh, Kyrgyzstan

Аннотация. Рассматриваются вопросы использования возможностей информационных технологий при использовании многослойных балок при строительстве многоэтажных зданий с использованием солнечной энергии. Важнейшей задачей строительной отрасли является снижение себестоимости конструкций зданий и сооружений при обеспечении требуемой для них несущей способности. Использование возможностей информационных технологий становится особенно важным при использовании многослойных балок при строительстве многоэтажных зданий. Результаты исследования показывают, что в строительной отрасли существуют большие экономические и экологические возможности за счет использования солнечной энергии при возведении новых зданий.

Abstract. This article discusses the use of information technology capabilities in the use of multi-layer beams in the construction of multi-story buildings using solar energy. The most important task of the construction industry is to reduce the cost of building structures and structures while ensuring the required load-bearing capacity. The use of information technology capabilities becomes especially important when using multi-layer beams in the construction of multi-story buildings. The results of the study show that there are great economic and environmental opportunities in the construction industry due to the use of solar energy in the construction of new buildings.

Ключевые слова: солнечная энергия, строительство, информационные технологии.

Keywords: solar energy, construction, information technology.

Различные конструктивные решения многослойных элементов рассматривают возможность влияния слоя утеплителя на несущую способность конструкции в целом. При этом слой утеплителя может быть как внутренним, так и внешним. На сегодняшний день вопрос расчета многослойных конструкций актуален, так как в рамках повышения

энергосбережения зданий такие элементы используются как в вертикальных, так и горизонтальных конструкциях. В условиях перехода к возобновляемым источникам энергии особое значение приобретает развитие солнечной энергетики. Кыргызстан, обладая значительным потенциалом солнечной радиации, активно внедряет солнечные и ветровые электростанции. В Кыргызстане потенциал солнечной фотоэлектрической энергии составляет 267 000 МВт. При солнечной радиации 1000–1700 кВт/м² (или 1500–1900 кВт/м²) потенциал солнечной энергии оценивается в 490 ГВт·ч/год для тепловой и 22,5 ГВт·ч/год для электрической энергии. Эффективное проектирование конструкций для СЭС требует применения современных информационных технологий и точных расчётов многослойных балок, обеспечивающих надёжность и долговечность сооружений. Многослойные балки, особенно сотовые и композитные конструкции, широко применяются в строительстве и энергетике благодаря их высокой жёсткости и малому весу. Для их анализа используются методы конечно-элементного моделирования (КЭМ), позволяющие учитывать физическую и геометрическую нелинейность, а также особенности материалов [1, 2].

Согласно расчетам, мощность источников энергии в Центральной Азии представлена в Таблице [3, 4].

Таблица

<i>Источник энергии</i>	<i>Мощность, МВт</i>
Солнечная энергия	195 000-3 760 000
Гидроэнергетика	275-30 000
Ветроэнергетика	1 500-354 000
Геотермальная энергия	2-54 000
Биоэнергетика	200-800

В результате принимаемых комплекса мер по развитию строительного комплекса Кыргызстана сохраняется увеличение объемов капитальных вложений. По предварительным данным Нацстаткома за 2023 г объем инвестиций в основной капитал за счет всех источников финансирования увеличился на 18,8% (рост на 4,0% в 2022 г) и составил 168,5 млрд. сомов. За истекший период построены и введены в эксплуатацию:

- 76 комплектных трансформаторных подстанций напряжением 10/4 кВ, линии электропередачи напряжением 0,4 кВ протяженностью 148,58 км, 6-20 кВ — 30,43 км, 35 кВ и выше — 3,33 км, газораспределительные сети протяженностью 17,60 км, мини-гидроэлектростанции на 5,50 МВт;

- 72 общеобразовательных школы (на сумму 8 060,0 млн сомов) и десять пристроек на 19,7 тыс. ученических мест, что в 1,4 раза больше, чем в 2022 г. Ввод школ осуществлялся во всех регионах Республики;

- 21 дошкольное учреждение (на сумму 2 559,4 млн сомов) на 1 893 места. Ввод дошкольных учреждений осуществлялся во всех регионах Республики;

Увеличиваются объемы жилищного строительства. На строительстве жилья за 2023 г использовано (по оценке) 54,2 млрд сомов инвестиций в основной капитал, или вырос на 6,4% по сравнению с 2022 г. В 2023 г. сданы в эксплуатацию 13 755 домов/квартир общей площадью 1 360,5 тыс. м². Доля средств, освоенных на жилищное строительство в общем объеме освоенных инвестиций, составила 32,2%. Основная доля введенного жилья (85,7%) приходится на Джалал-Абадскую, Ошскую, Чуйскую и Баткенскую области, а также г. Бишкек. Современные программные решения значительно упрощают и ускоряют процесс проектирования конструкций: облачное программное обеспечение для расчёта балок, позволяющее быстро анализировать реакции, изгибающие моменты и прогибы; инструмент

для расчёта клеёных деревянных балок по строительным стандартам, с возможностью детального анализа внутренних сил и деформаций [5-7].

При проектировании конструкций для солнечных панелей важно учитывать специфические требования: лёгкость и прочность: каркасы должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать ветровые и снеговые нагрузки, но при этом лёгкими для облегчения монтажа и снижения затрат. Для анализа многослойных балок используются различные методы и подходы, включая аналитические, численные и экспериментальные методы. Аналитические методы позволяют получить аналитические выражения для распределения напряжений и деформаций в балках при разных видах нагрузок. Эти методы часто основаны на теории упругости и пластичности и позволяют проводить расчеты с высокой точностью при условии, что материалы и нагрузки описываются аналитически.

Численные методы, такие как метод конечных элементов (МКЭ), являются эффективными средствами для моделирования и анализа многослойных балок. МКЭ разбивает балку на конечные элементы, для которых решаются уравнения механики материалов. Это позволяет учитывать сложные геометрии и различные виды нагрузок, а также моделировать различные механические свойства слоев материалов.

Экспериментальные методы включают в себя испытания многослойных балок в реальных условиях нагрузки. Это может включать в себя тестирование на изгиб, кручение, сдвиг и другие виды нагрузок, а также измерение напряжений и деформаций. Экспериментальные данные позволяют проверить результаты аналитических и численных расчетов и обеспечивают дополнительное понимание поведения многослойных балок.

Одним из ключевых аспектов при расчете и анализе многослойных балок является выбор подходящих материалов для каждого слоя. Различные слои могут иметь разные механические свойства, такие как модуль упругости, предел текучести и коэффициенты теплового расширения. Другим важным аспектом является учет взаимодействия между слоями при различных видах нагрузок. Например, при изгибе многослойная балка может подвергаться как нормальным, так и тангенциальным напряжениям в каждом слое. Это может привести к дополнительным эффектам, таким как сдвиговые деформации между слоями, что требует специальных расчетов и анализа. В 2025 г количество солнечных систем увеличится на 25%, что представляет собой увеличение общей доли производства электроэнергии. IEA прогнозирует, что мощность возобновляемых источников увеличится еще на 2400 ГВт в течение следующих пяти лет, что составит 91% от общей новой установленной мощности [8].

В настоящее время большое значение в обеспечении электроэнергией не только крупных потребителей, но и удаленных и стационарных потребителей, недоступных для получения электроэнергии, имеют солнечные электростанции. Важным аспектом при работе с многослойными балками является также учет возможных дефектов и повреждений в материалах, таких как трещины или деформации. Эти дефекты могут значительно влиять на поведение конструкции под нагрузкой и должны быть учтены при анализе надежности и безопасности. С развитием вычислительных технологий и программного обеспечения инженеры получают все больше возможностей для более точных и вычислительно эффективных расчетов многослойных балок. Это позволяет создавать более сложные и оптимизированные конструкции, учитывая все виды нагрузок и требований (<https://www.iea.org>). Одним из основных отличий солнечной электростанции, подключенной к сети, является то, что она включает в себя возможность подачи электроэнергии непосредственно от фотоэлектрических панелей в центральную сеть электроснабжения. Фотоэлектрическая установка (солнечная панель) предназначена для непосредственного

преобразования солнечной энергии в электрическую энергию. На Рисунке показано, что вырабатываемая электроэнергия в фотоэлектрических панелях (солнечная батарея) направляется в контроллер заряда, где производится распределение в сторону системы накопления энергии в целях накопления выработанной электроэнергии, которая, как правило, потребляется в период отсутствия солнца.

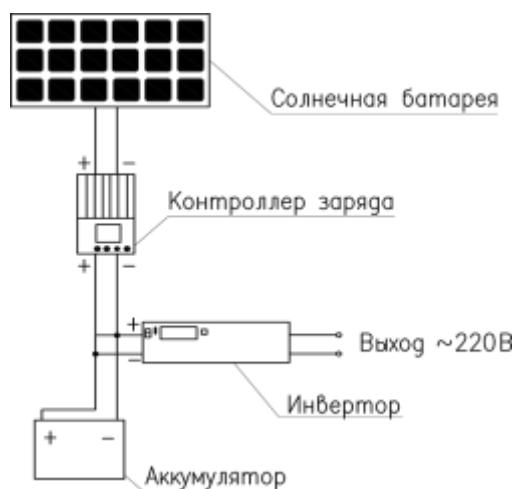


Рисунок. Общая схема функционирования автономной солнечной электростанции

Использование возможностей информационных технологий при строительстве многоэтажных зданий с использованием солнечной энергии станет ключевым фактором, который следует учитывать инженерам. Это способствует снижению себестоимости строящихся зданий и обеспечивает автономный источник энергии. В строительной отрасли существуют значительные экономические и экологические возможности использования солнечной энергии в новых зданиях.

Список литературы:

1. Шабданов М. Д., Кошмамат Уулу К., Ырысбек Уулу Н., Мамбетов Б. Исследование влияния эффекта диафрагмы жесткости из профилированного листа на устойчивость несущих элементов покрытия каркасных зданий // Инновационные научные исследования: теория, методология, тенденции развития: Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Уфа, 2024. С. 268-273.
2. Prostov S., Shabanov E., Sokolov M., Shabdanov M. Improving earthquake resistance of structures by injection consolidation of earth foundations // E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2020. V. 174. P. 01018. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017401018>
3. Ташиев Н. М., Раимбек уулу Э., Ашимов А. М. Исследование электрических характеристик элементов солнечных электростанций // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №1. С. 61-66. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/110/09>
4. Ташиев Н. М., Жусупов И. М., Торогул У О. Шамал энергиясын колдонуунун кейгейлер Үн талдоо жана изилдее // Известия Ошского технологического университета. 2021. №2-2. С. 104-108.
5. Андреев В. И., Турусов Р. А., Цыбин Н. Ю. Определение напряженно-деформированного состояния трехслойной балки с применением метода контактного слоя // Вестник МГСУ. 2016. №4. С. 17-26.
6. Андреев В. И., Турусов Р. А., Цыбин Н. Ю. Напряженное состояние слоистого композита при нормальном отрыве. Часть 2 // Научное обозрение. 2015. №24. С. 102-106.

7. Арзумян А. USAID поддерживает развитие возобновляемой энергетики в Центральной Азии // *Qazaq Solar*. 2020. №3. С. 26–34.

8. Баум Л. Энергетика Кыргызской Республики: современное состояние, проблемы и реформы // *Центральная Азия и Кавказ*. 2008. №6(60). С. 101–112.

References:

1. Shabdanov, M. D., Koshmamat Uulu, K., Yrysbek Uulu, N., Mambetov, B. (2024). Issledovanie vliyaniya effekta diafragmy zhestkosti iz profilirovannogo lista na ustoichivost' nesushchikh elementov pokrytiya karkasnykh zdaniy. In *Innovatsionnye nauchnye issledovaniya: teoriya, metodologiya, tendentsii razvitiya: Materialy XIV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Ufa*, 268-273. (in Russian).

2. Prostov, S., Shabanov, E., Sokolov, M., & Shabdanov, M. (2020). Improving earthquake resistance of structures by injection consolidation of earth foundations. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 174, p. 01018). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017401018>

3. Tashiev, N., Raimbek uulu, E., & Ashimov, A. (2025). Research of Electrical Characteristics of Elements of Solar Power Plants. *Bulletin of Science and Practice*, 11(1), 61-66. (In Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/110/09>

4. Tashiev, N. M., Yusupov, I. M., & Torogul', Yu. O. (2021). Analiz i issledovanie problem ispol'zovaniya energii vetra. *Izvestiya Oshskogo tekhnologicheskogo universiteta*, (2-2), 104-108. (in Kyrgyz).

5. Andreev, V. I., Turusov, R. A., & Tsybin, N. Yu. (2016). Opredelenie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya trekhsloinoi balki s primeneniem metoda kontaktnogo sloya. *Vestnik MGSU*, (4), 17-26. (in Russian).

6. Andreev, V. I., Turusov, R. A., & Tsybin, N. Yu. (2015). Napryazhennoe sostoyanie sloistogo kompozita pri normal'nom otrывe. Chast' 2. *Nauchnoe obozrenie*, (24), 102-106. (in Russian).

7. Arzumanyan, A. (2020). USAID podderzhivaet razvitie vozobnovlyaemoi energetiki v Tsentral'noi Azii. *Qazaq Solar*, (3), 26–34. (in Russian).

8. Baum, L. (2008). Energetika Kyrgyzskoi Respubliki: sovremennoe sostoyanie, problemy i reformy. *Tsentral'naya Aziya i Kavkaz*, (6(60)), 101–112. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 26.04.2025 г.*

*Принята к публикации
03.05.2025 г.*

Ссылка для цитирования:

Шабданов М. Д., Ташиев Н. М., Таштанбеков К. К., Кебекбаев Б. Б. Совершенствование расчетов многослойных балок с применением информационных технологий при использовании солнечной энергии // *Бюллетень науки и практики*. 2025. Т. 11. №7. С. 146-150. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/18>

Cite as (APA):

Shabdanov, M., Tashiev, N., Tashtanbekov, K., & Kebekbaev, B. (2025). Application of Methodological Calculations of Multilayer Beams and Applications of Information Technology and Use of Solar Energy. *Bulletin of Science and Practice*, 11(7), 146-150. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/18>