

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТОВ

Румянцева И.Е.

ФББОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»,
Петрозаводск, e-mail: irum2012@yandex.ru

Цель исследования – обоснование методики планирования энергосбережения при строительстве комплекса объектов. В настоящее время актуальным является планирование строительства комплекса объектов, обеспечивающее сокращение объема потребляемых энергетических ресурсов при сохранении объема выполняемых работ на каждом строящемся объекте. Объем потребляемых энергетических ресурсов зависит от продолжительности строительства каждого объекта и от количества исполнителей работ на объектах. При сокращении продолжительности строительства объекта объем потребляемых энергетических ресурсов сокращается, а количество исполнителей в наиболее многочисленную смену возрастает. Увеличение количества исполнителей приводит к увеличению объема потребляемой энергии. В связи с этим актуальным является планирование такого сокращения строительства каждого объекта, при котором остается возможность сократить и количество исполнителей в наиболее многочисленную смену. Рассмотрена методика и примеры расчета.

Ключевые слова: энергосбережение, строительство, комплекс объектов

A ENERGY CONSERVATION PLANNING AT BUILDING OF OBJECTS COMPLEX

Rumyantseva I.E.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: irum2012@ya.ru

The purpose of the study is planning justification of energy-saving techniques in the construction of objects complex. Currently, problem of reduction in consumed energy resources while maintaining the volume of work performed at each construction site is an actual. The volume of consumed energy resources depends on the duration of the construction of each facility and the number of contractors on site. A reduction in the length of the facility amount of energy consumed is reduced, and the number of performers in the most numerous shifts is increases. Increasing the number of performers lead to increased energy consumption. In connection with this, at the planning stage is actual a problem of the reduction of number of workers in the most numerous shift. The technique of calculation is discussed.

Keywords: energy conservation, construction, complex of objects

Планирование энергосбережения понимается как разработка организационных, правовых, технических, технологических, экономических мероприятий, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении полезного эффекта от их использования. Планирование энергосбережения при строительстве комплекса объектов – это разработка мероприятий, направленных на уменьшение объема потребляемых энергетических ресурсов при сохранении объема выполняемых работ на строящихся объектах.

Планирование энергосбережения при строительстве объектов начинается на стадии проектирования, реализация планов осуществляется на этапе строительства объектов.

Государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергоэффективности осуществляется путем установления запретов или ограничений производства и оборота товаров, имеющих низкую энергоэффективность, обязанности проведения энергетического обследования, обязанности по учету используемых энергоресурсов, требований энергоэффективно-

сти зданий, строений, сооружений, требований к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергоэффективности.

В процессе строительства объектов капитального строительства проводится государственный строительный надзор.

Предметом государственного строительного надзора является проверка соответствия выполнения работ и применяемых строительных материалов в процессе строительства объектов, а также результатов таких работ требованиям технических регламентов, проектной документации, в том числе требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности объектов капитального строительства приборами учета используемых энергетических ресурсов.

В процессе разработки проектной документации выполняются календарный план строительства, строительный генеральный план, организационно-технологические схемы возведения зданий с описанием последовательности и содержания основных технологических процессов, ведомость объемов работ, график потребности

в строительных конструкциях, изделиях и материалах, график потребности в основных строительных машинах, график потребности в рабочих кадрах. При этом приводятся характеристика условий строительства, обоснование выбора методов производства работ, обоснование потребности в основных строительных машинах, обоснование потребности в транспортных средствах, погрузочно-разгрузочных машинах, складском хозяйстве, обоснование потребности в бытовом обслуживании, расчеты потребности в электроэнергии, воде, паре, сжатом воздухе, а также в инвентарных зданиях и временных сооружениях для производства строительно-монтажных работ, мероприятия по охране труда и окружающей природной среды, основные технико-экономические показатели.

Материалы и методы исследования

При разработке календарного плана существует возможность сокращения продолжительности строительства объекта без привлечения дополнительных исполнителей работ за счет изменения организационно-технологической модели строительства объекта и сокращения размеров фронтов работ. Соответствующие материалы и методы кратко рассмотрены в [5–8]. Сокращение продолжительности строительства объекта позволяет экономить расходы на освещение строительной площадки, расходы на отопление и освещение инвентарных зданий и временных сооружений для производства строительно-монтажных работ, уменьшает расходы воды на строительной площадке. Экономия энергетических ресурсов и воды соответствует повышению энергетической эффективности при строительстве объектов.

При разработке календарного плана существует возможность запланировать максимально приближенную к равномерной работу исполнителей на объекте. Равномерная работа исполнителей на объекте может быть запланирована за счет взаимозаменяемости отдельных исполнителей, увеличения количества смен в течение рабочего дня, изменения сроков отдельных работ, изменения продолжительности отдельных работ и исполнителей этих работ, изменения количества рабочих в течение выполнения отдельных работ на объекте.

Перечисленные приемы оптимизации календарного плана приводят к существенному сокращению максимального количества рабочих на объекте в наиболее многочисленную первую смену, а от этого показателя, как известно, зависят площади временных зданий и сооружений на строительной площадке. Уменьшение площадей временных зданий и сооружений приводит к сокращению расходов на отопление и освещение инвентарных зданий и временных сооружений для производства строительно-монтажных работ, уменьшает расходы воды на строительной площадке. Соответствующие затраты можно назвать затратами на инфраструктуру технологического процесса строительства. По завершении строительства прекращает своё функционирование на данном комплексе объектов и при необходимости создаётся на новом месте.

Оптимизация календарного плана по продолжительностям строительства объектов и по количеству исполнителей, а также использование на строительной площадке энергоэффективных осветительных и отопительных приборов приводит к экономии энергетических ресурсов и воды, что повышает энергетическую эффективность строительства объектов.

В настоящее время актуальным является планирование строительства комплекса объектов, обеспечивающее сокращение объема потребляемых энергетических ресурсов при сохранении объема выполняемых работ на каждом строящемся объекте. Объем потребляемых энергетических ресурсов зависит от продолжительности строительства каждого объекта и от количества исполнителей работ на объектах. При сокращении продолжительности строительства объекта объем потребляемых энергетических ресурсов сокращается, а количество исполнителей в наиболее многочисленную смену возрастает. Увеличение количества исполнителей приводит к увеличению объема потребляемой энергии. В связи с этим актуальным является планирование такого сокращения строительства каждого объекта, при котором остается возможность сократить и количество исполнителей в наиболее многочисленную смену.

При последовательной организации строительства комплекса объектов при заданном количестве исполнителей работ в строительной организации продолжительности строительства объектов минимальны. Расходы, зависящие от продолжительности строительства объектов, тоже минимальны. Однако расходы, зависящие от количества исполнителей на строительной площадке, максимальны. При параллельной организации строительства тех же объектов исполнители распределяются между объектами, продолжительности строительства объектов возрастают. При этом увеличиваются расходы, зависящие от продолжительности строительства объектов, и уменьшаются расходы, зависящие от количества исполнителей на строительной площадке. Минимизации суммы указанных расходов обычно соответствует поточный вариант организации строительства комплекса объектов.

Для минимизации суммы указанных расходов целесообразно рассмотреть все допустимые варианты организации строительства объектов. При этом последовательный и параллельный варианты являются частными случаями поточного варианта организации строительства комплекса объектов.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим три частных случая строительства комплекса объектов. Для последовательного варианта строительства комплекса объектов естественным ограничением является одинаковое количество исполнителей на каждом объекте в течение всего периода строительства этих объектов.

Если при последовательной организации строительства объектов основным ограничением является одинаковое количество исполнителей на рассматриваемых объектах, то продолжительности строительства объектов будут зависеть от трудоемкости работ на этих объектах.

Обозначим: T_i – продолжительности строительства объекта i , (дни); Q_i – общая трудоемкость всех работ на объекте i , (человеко-дни); R – количество рабочих-строителей на комплексе объектов; R_i – количество рабочих-строителей на объекте i ; n – количество объектов в комплексе. При последовательной организации строительства $R_i = R$. При различной трудоемкости работ на объектах продолжительности строительства объектов также будут различными и могут быть определены по формуле

$$T_i = Q_i/R_i. \quad (1)$$

Исходные данные и результаты расчета при последовательной организации строительства объектов представлены в табл. 1.

Таблица 1
Последовательная организация строительства объектов

i	Q_i	R_i	T_i
1	600	20	30
2	900	20	45
3	1500	20	75

При параллельной организации строительства тех же объектов исполнители распределяются между объектами, продолжительности строительства объектов возрастают. Для параллельного варианта организации строительства комплекса объектов естественными ограничениями являются одинаковая продолжительность строительства этих объектов. Продолжительность строительства каждого объекта в этом случае может быть определена по формуле (2)

$$T_i = \left(\sum_1^n Q_i \right) / R. \quad (2)$$

При различных трудоемкостях работ на объектах количество рабочих-строителей на объектах будет различаться и может быть определено по формуле (3)

$$R_i = Q_i/T_i. \quad (3)$$

Исходные данные и результаты расчета при параллельной организации строительства объектов представлены в табл. 2.

При поточном варианте организации строительства объектов [5–8] на каждом объекте в разные периоды его строительства количество исполнителей работ может быть различно, но общее количество рабочих-строителей на комплексе объектов в любой интервал времени не должно превышать наличия их в строительной организации (в

примере 20 человек). Вариант поточной организации строительства рассматриваемых объектов представлен в табл. 3.

Таблица 2
Параллельная организация строительства объектов

i	Q_i	R_i	T_i
1	600	4	150
2	900	6	150
3	1500	10	150

Таблица 3
Поточная организация строительства объектов

i	R_p , дни 1...10	R_p , дни 11...110	R_p , дни 111...130	R_p , дни 131...150	T_i
1	10	5			110
2	10	6	10		130
3		9	10	20	140

Заключение

В общем случае количество вариантов организации строительства комплекса объектов может быть очень велико. Однако, принимая во внимание ограничения на количество исполнителей на работах разных видов, на продолжительность строительства рассматриваемых объектов, на сроки выполнения работ, можно исключить недопустимые варианты и тем самым существенно уменьшить количество возможных вариантов [4–8]. Тем не менее разработка календарных планов строительства отдельных объектов и их комплексов с учетом современных требований к энергосбережению остается трудоемкой процедурой, и соответствующие расчеты целесообразно выполнять при помощи программы Microsoft Project [5]. Использование рассмотренной методики в сочетании с другими подходами [1] позволит уменьшить затраты, в частности, при строительстве индивидуального малоэтажного жилья [3] с использованием местных ресурсов [2].

Работа выполнена в рамках реализации комплекса мероприятий Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012-2016 гг.

Список литературы

1. Дербасова Е.М., Филин В.А. Анализ структурно-технических новаций в технологии и организации строительства индивидуального малоэтажного жилья // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 8. – С. 35–36.

2. Колесников Н.Г. Разработка методик оценки социально-экономической эффективности использования местных ресурсов в регионе: дис. ... канд. эконом. наук. – Петрозаводск. 2001. – 155 с.

3. Кузьменков А.А., Емельянова Е.Г. Тенденции развития жилищного строительства в республике Карелия // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8–1. – С. 154–158.

4. Лебедев А.С. Управление проектами с использованием MICROSOFT PROJECT. – Обнинск. 2005. – 131 с.

5. Румянцева И.Е. Оптимизация календарных планов объектов и комплексов объектов // Труды Петрозаводского государственного университета. Серия «Строительство». Выпуск 6 «Архитектура и строительство»: Межвуз. сб. – Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского университета, 1999. – С. 98–100.

6. Румянцева И.Е. Планирование энергосбережения при строительстве объекта // Энергоэффективные строительные материалы, конструкции, здания и сооружения: Материалы научно-практической конференции (Петрозаводск, 14 апреля 2011 г.). – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. 2011. – С. 21–24.

7. Румянцева И.Е. Планирование энергосбережения при строительстве объектов // Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции: Материалы научно-практической конференции (Петрозаводск, 4 апреля 2012 г.). – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. 2012. – С. 68–71.

8. Румянцева И.Е. Управление энергосбережением при строительстве объекта // Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции: Материалы научно-практической конференции (Петрозаводск, 17 апреля 2013 г.). – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. 2013. – С. 147–152.

References

1. Derbasova E.M., Filin V.A. Analysis of structural and technological innovations in technology and the organization of individual low-rise housing construction // Industrial and civil construction. , 2012. no. 8. pp. 35–36.

2. Kolesnikov N.G. Develop a methodology to assess the socio-economic benefits of the use of local resources in the region // Dissertation for the degree of candidate of economic sciences / Petrozavodsk, 2001. 155 p.

3. Kuzmenkov A.A., Emelyanova E.G. Trends in the development of housing construction in the Republic of Karelia // Basic research. Of 2013. no. 8–1. pp. 154–158.

4. Lebedev A.S. Project management using MICROSOFT PROJECT // Obninsk, 2005. 131 p.

5. Rumyantseva I.E. Optimize schedules objects and complexes of objects // Proceedings of Petrozavodsk State University. A series of «Construction». Issue 6, «Architecture and Construction»: Petrozavodsk State University. 1999. pp. 98–100.

6. Rumyantseva I.E. Planning of energy saving in the construction of the object // Energy-efficient construction materials, structures, buildings and facilities: Proceedings of the Conference (Petrozavodsk, April 14, 2011). Petrozavodsk State University. 2011. pp. 21–24.

7. Rumyantseva I.E. Planning of energy saving in the construction of facilities // Resource-saving technologies, materials and design: Proceedings of scientific and practical conference (Petrozavodsk, April 4, 2012). Petrozavodsk State University. 2012. pp. 68–71.

8. Rumyantseva I.E. Power management during the construction // Resource-saving technologies, materials and design: Proceedings of scientific and practical conference (Petrozavodsk, April 17, 2013). Petrozavodsk State University. 2013. pp. 147–152.

Рецензенты:

Петров А.Н., д.т.н., профессор, советник РААСН, зав. кафедрой ПетрГУ, г. Перозаводск;
Колесников Г.Н., д.т.н., профессор, зам. директора Института рационального природопользования на Европейском севере ПетрГУ, г. Перозаводск.

Работа поступила в редакцию 14.10.2013.