

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 3 / 2023, Vol. 15, Iss. 3 <https://esj.today/issue-3-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/34SAVN323.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Разов, И. О. Повышение производительности труда при создании железобетонных конструкций с использованием технологии бережливого производства / И. О. Разов, Л. В. Комзюк, Ю. Н. Шелудков // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/34SAVN323.pdf>

For citation:

Razov I.O., Komzyuk L.V., Sheludkov Yu.N. Increasing labor productivity when creating reinforced concrete structures using lean manufacturing technology. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(3): 34SAVN323. Available at: <https://esj.today/PDF/34SAVN323.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 69.05

Разов Игорь Олегович

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Доцент базовой кафедры АО «Мостострой-11»
Кандидат технических наук
E-mail: razovio@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4829-7080>

Комзюк Леонид Викторович

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
E-mail: komzukleon@mail.ru

Шелудков Юрий Николаевич

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
E-mail: sheludkov97@mail.ru

Повышение производительности труда при создании железобетонных конструкций с использованием технологии бережливого производства

Аннотация. Автором представлен анализ создания закладной детали железобетонной конструкции с точки зрения бережливых технологий. В соответствии с указом Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «Производительность труда является стратегической задачей развития Российской Федерации на период до 2030 года». Для этого создан национальный проект «Повышение производительности и поддержка занятости», целью которого является обеспечение к 2024 году темпов роста производительности труда на средних и крупных предприятиях базовых несырьевых отраслей экономики не ниже 5 % в год. Для достижения поставленной цели используются технологии бережливого производства. На основе проведенного автором исследования выявлены технологические потери на предприятии: лишние движения (потери от перемещений и необходимость осуществления лишних поворотов, лишних наклонов вниз), ожидание (простои из-за несвоевременной поставки сырья), ненужная транспортировка (недостаточная периодичность транспортировки). В бережливом производстве производственный процесс организуется таким образом, чтобы обеспечить оптимальное расположение оборудования и последовательность прохождения через него. Используя комплекс мероприятий, который значительно повышает производительность труда по методике 5С, автором предложены разработанные технологические решения по устранению выявленных потерь на предприятии. Данная методика является первым этапом построения бережливого производства. Она включает в себя:

сортировку, соблюдение порядка, содержание в чистоте, стандартизацию и совершенствование. Таким образом, если предприятие реализует предложенные решения автора, то это позволит рабочему повысить эффективность деятельности и рационально использовать ресурсы: совершать меньше наклонов, увеличивать сохранность используемого флюса, а также сокращать время цикла примерно на 20 секунд, что соответствует 17 % затраченного на цикл времени.

Ключевые слова: бережливое производство; национальный проект; железобетонные конструкции; производительность труда; потери; ресурсы; эффективность деятельности

Введение

Правительством Российской Федерации 30 августа 2017 года были утверждены паспорта приоритетной программы «Повышение производительности труда и поддержки занятости» и приоритетного проекта «Создание Федерального центра компетенций в сфере производительности труда». Документы, созданные в проекте, открывают для предприятий дополнительные возможности получения государственной поддержки в реализации программы повышения производительности труда. Это значимый показатель, который отражает фактическую эффективность производственных процессов. В соответствии с указом Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 производительность труда является стратегической задачей развития Российской Федерации на период до 2030 года, поэтому реализуется национальный проект «Повышение производительности и поддержка занятости», целью которого является ежегодный темп роста производительности труда к 2024 года на уровень +5 %.

Эффективность производства на большинстве предприятий напрямую связана со сложностью и длительностью производственного цикла. Чем длительнее этот цикл, чем большее количество вспомогательных и обслуживающих производств в нем задействовано, тем менее эффективным оказывается производство в целом. Неисправность оборудования на одном технологическом этапе может привести к сбоям в работе всего производства, вплоть до полной его остановки. Таким образом, особо важным для повышения эффективности и достижения наилучших результатов становится решение проблемы стабильного функционирования всей производственной системы. Одним из путей решения данной проблемы является внедрение системы Lean-технологий («Бережливого производства»), которая призвана оптимизировать производственные процессы, постоянно улучшать качество продукции при неизменном сокращении издержек. Непрерывное улучшение — главный фактор прогресса. Улучшение качества — одно из важнейших условий повышения уровня жизни человека, что является конечной целью многих стратегических программ на уровне государства, региона или предприятия.

Проект федерального значения позволяет предприятиям выйти на более качественный новый уровень управления через выявление существующих потерь, поиска резервов производительности труда и оборудования, мобилизации человеческого потенциала на совершенствование работы за счет устранения потерь и выявления резервов на производстве. Благодаря участию в национальном проекте предприятия увеличили свою прибыль более чем на 60 млрд рублей, что в 4 раза больше того, что государство потратило на нацпроект.

Тайити Оно, основоположник производственной системы Toyota, сформулировал концепцию бережливого производства: к его единоначалам относится полезность для клиента продукта или услуги. По мнению японского инженера и предпринимателя, производственный процесс, не добавляющий полезную ценность продукту с точки зрения интересов клиента, с позиции бережливого производства идентифицируется как потеря, поэтому должен быть

полностью устранен из производственного цикла [1]. Цель бережливого производства: снижение трудоемкости выполняемых операций, повышение производительности труда, обеспечение качества продукции, безопасности, улучшение условий труда, повышение культуры производства, уменьшение потерь¹.

В качестве примера успешного внедрения системы бережливого производства можно привести опыт ПАО «КАМАЗ». Когда компания приступила к внедрению бережливого производства, выяснилось, что на каждый голос приходится сто голосов «против». Однако сегодня подавляющее большинство сотрудников видят пользу в методах и инструментах бережливого производства (данные Лаборатории социологических исследований ПАО «КАМАЗ») [2].

В разных странах проводятся исследования по использованию новых концепций в области современного строительства. В России в том числе этим вопросом занимался профессор Олег Игоревич Пакидов [3]. Он предложил проект «Российского объединения стандартизации информационного моделирования в строительстве» (РоСИМС) / В Колумбии в университете EAFIT (г. Медельин) пробуют объединить технологии BIM и Lean construction. При соединении моделирования и улучшения организации процессов строительных работ можно получить более эффективные результаты с сокращением потерь ресурсов [4].

Таким образом строится производственная система, опираясь на принципы и инструменты бережливого производства, поэтому тема исследования актуальна на современном этапе.

Цель исследования

Провести анализ создания закладной детали железобетонной конструкции с точки зрения бережливых технологий, выявить потери и предложить решения.

Материалы и методы

Исследование основано на обзоре научной литературы, законодательных актов РФ, на применении анализа, синтеза информации, наблюдения, сравнения и эмпирического методов.

Результаты исследования

Главная идея «Бережливого производства» — поиск и внедрение методов снижения всех видов потерь, сформулированных в теории БП Тайити Оно [5]. Идея внедрения «бережливых технологий» — рассматривается как поиск и применение систематических методов для снижения всех видов потерь в строительстве, связанных с перепроизводством, большим уровнем запасов, ремонтом/браком, обработкой, ожиданием, транспортировкой [6; 7]. Философия метода состоит в системе непрерывных улучшений, известной как кайдзен. Для научного исследования были произведены наблюдения в цеху А за созданием закладной детали для железобетонных конструкций, цикл создания составляет 2 минуты.

В результате практического эксперимента была взята за основу деятельность по производству железобетонных конструкций производственного предприятия, в котором были произведены наблюдения в цеху А за созданием закладной детали.

¹ Аллахвердов, В.М. Разработка управленческих решений / В.М. Аллахвердов, С.И. Богданова, А.А. Крылов. — М.: Проспект, 2018. — 752 с.

Федеральным центром компетенций в сфере производительности труда был создан базовый курс «Основы бережливого производства». Для повышения эффективности производства в рамках национального проекта был разработан тест «Есть ли потенциал повышения эффективности у вашего производства».

При помощи него определялся потенциал повышения эффективности производства закладной детали для железобетонной конструкции. В тесте предлагалось оценить каждый вид потерь по степени выраженности по 6-ти балльной шкале, где 0 — это никогда/нигде, а 5 — постоянно/повсеместно. Например, «Лишние движения» необходимо проанализировать по следующим факторам:

1. Необходимость осуществления лишних поворотов.
2. Потери времени при установке и удалении заготовки и др. После заполнения бланка теста вычисляют средний арифметический балл по каждому виду потерь. Если потери превышают единицу, значит у производства достаточный ресурс для повышения эффективности.

При наблюдении и анализе за цехом А выделили этапы цикла создания закладной детали для железобетонных конструкций (табл. 1).

Таблица 1

**Этапы создания закладной детали
и прогнозируемые результаты сокращения времени цикла**

№	Этапы	Время до корректировки, с	Прогнозируемое время, с	Преимущество во времени, с
1	Расположение заготовки на рабочей поверхности	15	13	2
2	Закрепление металлического прута	20	17	3
3	Засыпка флюса	20	15	5
4	Сварка	30	30	0
5	Уборка рабочей поверхности	40	30	10
	Итого	120	100	20

Составлено автором на основе экспериментального расчета

В процессе исследования проанализирован рабочий процесс, используя технологии бережливого производства, были выявлены следующие потери:

Лишние движения. Потери от перемещений — это ненужные передвижения персонала, продукции, материалов и оборудования, которые не добавляют ценности процессу. Часто рабочие совершают лишние перемещения со своего участка до цехового склада и обратно, а также ходят вокруг ненужного им оборудования. Такие перемещения можно устранить и за счет этого ускорить процесс [8].

Необходимость осуществления лишних поворотов. Заготовки и металлические пруты находятся не на одном уровне с рабочей поверхностью (рис. 1). Таким образом, рабочий за 2 минуты совершает 4 поворота и наклона для того, чтобы взять необходимые материалы.

Необходимость осуществления лишних наклонов вниз. Рассыпанный флюс рабочий сначала сметает со стола в резервуар специальной щеткой, а также садится на корточки, чтобы очистить пол от просыпанного материала (рис. 2).

Это возникает потому, что ковш, используемый в цикле, большего объема чем требуется для выполнения операций. Рабочий вынужден осуществлять подобный цикл каждые 2 минуты. Также отсутствуют стандарты выполнения операций.



Рисунок 1. Рабочая зона для создания железобетонной конструкции (рисунок авторов)



Рисунок 2. Рабочий очищает пол от просыпанного материала на корточках (рисунок авторов)

Ожидание. К недостаткам организации строительного производства относятся простои, сбой в поставках материалов и, сопутствующие, им потери временных и иных видов ресурсов. При беседе с рабочим было выяснено, что в цеху «А» периодически возникают проблемы с поставками флюса, что ведет к простоям из-за несвоевременной поставки сырья.

Ненужная транспортировка. Недостаточная периодичность транспортировки ведет к скоплению запасов между процессами, транспортировка требует ручного труда, последующий процесс находится в другом помещении [9]. Рабочий вынужден сначала переставлять изготовленные детали самостоятельно, а затем перевозить их в другой цех, поскольку этот этап не выполняется другими сотрудниками.

Необходимо вычислить какое количество готовых изделий предприятие теряет из-за перечисленных выше потерь. Для этого осуществим расчет количества произведенных закладных деталей в час по формуле:

$$n = \frac{t}{c}, \quad (1)$$

где n — количество произведенных закладных деталей в час, шт.; t — чистое рабочее время за час, с.; c — время цикла производства закладной детали, с.

$$n_1 = \frac{3000}{120} = 25 \text{ шт.}$$

Экспериментальным путем был произведен математический расчет: за час рабочий в среднем выполняет 25 закладных деталей (каждый час — 50 минут рабочего времени, 10 минут технический перерыв).

Рабочий день 10 часов, один час из которых обеденный перерыв. Необходимо выполнить расчет количества произведенных закладных деталей за смену по формуле:

$$m = k \cdot n, \quad (2)$$

где m — количество произведенных закладных деталей за смену, шт.; k — рабочее время за смену, ч.; n — количество произведенных закладных деталей в час, шт.

$$m_1 = 9 \cdot 25 = 225 \text{ шт.}$$

За смену производится 225 деталей. На излишние движения при производстве одной закладной детали рабочий теряет в среднем около 20 секунд. Аналогично, необходимо вычислить количество произведенных деталей после учета времени на излишние движения:

$$n_2 = \frac{3000}{100} = 30 \text{ шт.}$$

$$m_2 = 9 \cdot 30 = 270 \text{ шт.}$$

Для вычисления разности воспользуемся формулой:

$$x = m_1 - m_2, \quad (3)$$

где x — количество готовых изделий, которые предприятие не получает из-за потерь за смену, шт.; m_1 — количество произведенных закладных деталей за смену, шт.; m_2 — количество произведенных закладных деталей за смену после учета времени на излишние движения, шт.

$$x = 270 - 225 = 45 \text{ шт.}$$

Таким образом, на суммарные потери на излишние движения предприятие теряет 45 готовых изделий за одну смену.

Для выявления коренной причины возникновения потерь используется метод «5 почему». Метод заключается в последовательном задавании вопроса «Почему?» не менее 5 раз. Путем выявления причинно-следственных связей по данной системе были выявлены следующие коренные причины (рис. 3):

1. Отсутствуют стандарты рабочей зоны и изготовления деталей.
2. Отсутствует анализ необходимого объема используемых материалов и графика закупок.
3. Отсутствие функционального рабочего стола для очищения поверхности.

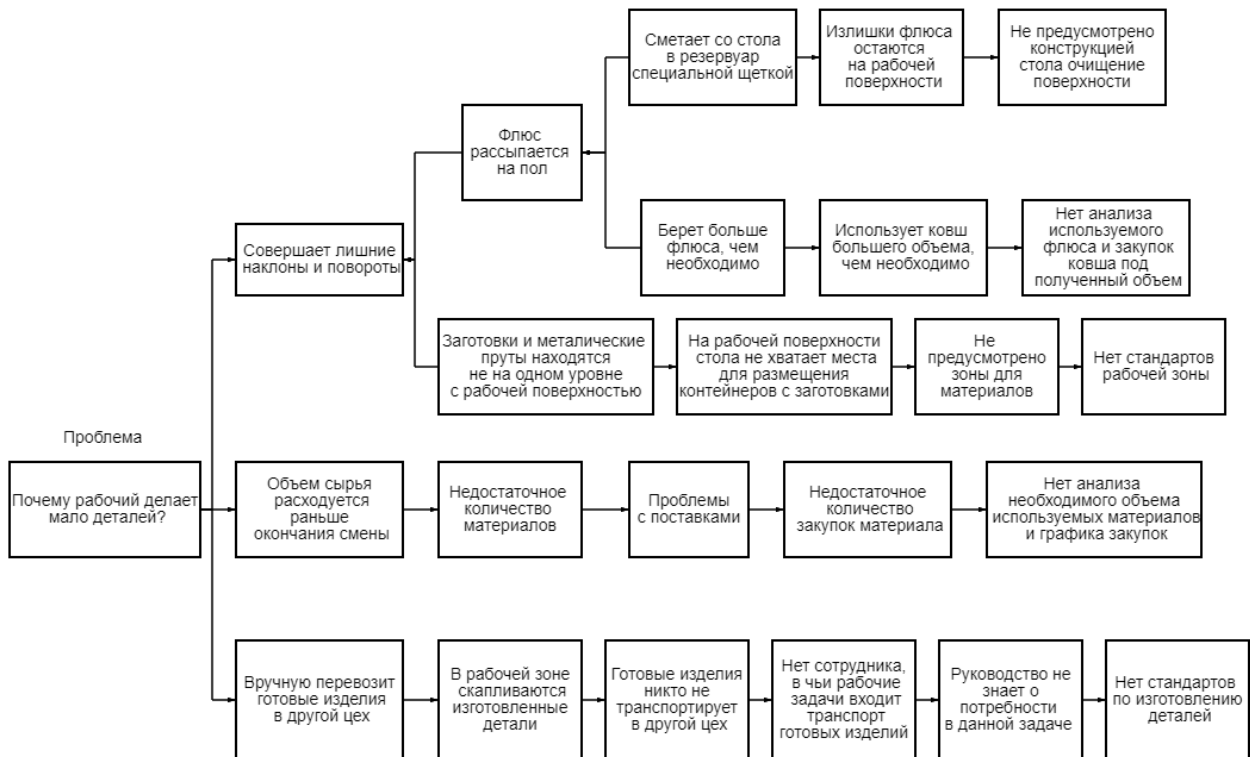


Рисунок 3. Блок-схема по методу «5 почему» (рисунок авторов)

Поскольку основная цель организации бережливого предприятия — устранение всех видов непроизводительных затрат, были предложены пути решений, используя Lean-технологии. Система 5С — это комплекс мероприятий по организации рабочего места, состоящий из пяти этапов, обеспечивающих создание комплексной качественной рабочей среды, способствующей повышению производительности, качества продукции и безопасности труда.

Методика возникла в Японии во второй половине XX в. после Второй мировой войны Япония переживала процесс восстановления и реструктуризации промышленности, направленный на улучшение ее экономики и возвращение японской продукции на рынок. Возникла потребность в реорганизации старых предприятий, и появилась методология 5С, созданная Каору Исикава, инженером по контролю качества. Этот метод стал основой управления качеством и был направлен на поддержание хорошего производственного потока со здоровой и организованной рабочей средой. Несмотря на то, что он был разработан для промышленного сектора, метод был адаптирован и в настоящее время применяется в компаниях в самых различных отраслях промышленности, в том числе в строительстве [10].

Обычно такая система используется как первый этап построения бережливого производства. Помогает быстро избавиться от накопившегося на производстве хлама и исключить его появление в дальнейшем. Именно поэтому руководству «цеха А» были выдвинуты предложения по оптимизации производственного процесса при помощи этой системы.

Система 5С включает в себя сортировку, соблюдение порядка, содержание в чистоте, стандартизацию и совершенствование.

Используя комплекс мероприятий, который значительно повышает производительность труда по методике 5С, автором предложены разработанные технологические решения по устранению выявленных потерь на предприятии.

1 шаг — сортируйте. Необходимо переработать рабочую зону, перенос всего используемого оборудования и контейнеров складирования на одну рабочую поверхность. Это ускоряет процесс производства и минимизирует лишние движения рабочего.

2 шаг — соблюдайте порядок, 3 шаг — содержите в чистоте, 4 шаг — стандартизируйте.

Необходимо создать стандарты, где будут прописаны в рабочей зоне места инструментов. Таким образом, сотрудник сможет держать рабочее место в чистоте и подготовленном к работе состоянии.

5 шаг — совершенствуйте. Контролируйте выполнение стандартов, совершенствуйте стандарты.

Создание и использование стола в виде сетки мелкой ячейки (рис. 4). Все, что просыпается, попадает обратно в резервуар для хранения флюса. Окалина не проваливается, а флюс ссыпается. Это позволяет наиболее рационально сохранить максимальное количество флюса без потерь, а также исключить излишние движения рабочего для уборки поверхностей.

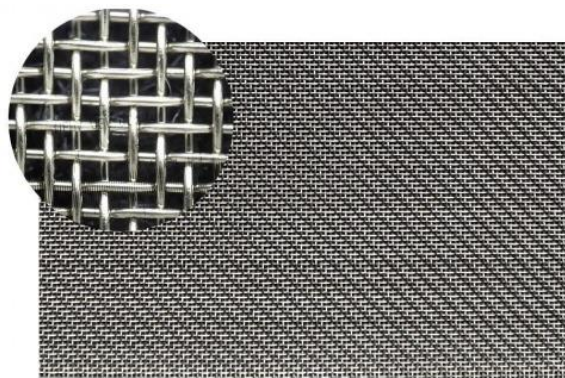


Рисунок 4. Металлическая сетка мелкой ячейки

Необходимо рассчитать вес используемого флюса при заготовке деталей и осуществить закупку или создание ковша под полученный объем. Это позволит исключить необходимость осуществления лишних наклонов вниз и минимизировать потери материала.

Выводы

При разработке статьи был рассмотрен цикл создания закладной детали для железобетонных конструкций (цикл создания — 2 минуты), выявлены излишние движения рабочего из-за нефункционального рабочего пространства, а также потери при нерациональном использовании ресурсов (потери флюса при производстве). Были выдвинуты 2 предложения, которые позволяют рабочему делать меньше наклонов, увеличивают сохранность

используемого флюса, а также сокращают время цикла примерно на 20 секунд, что соответствует 17 % затраченного на цикл времени. Таким образом, разработанные технологические решения по устранению выявленных потерь позволят предприятию организовать рабочее место, которое значительно повысит эффективность и управляемость операционной зоны и сохранит время сотрудника, а также позволит рационально использовать ресурсы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Губернаторов, А.М. Инструментарий предотвращения потерь создаваемой ценности в концепции бережливого производства и повышении эффективности производственных систем / А.М. Губернаторов, М.А. Чирков, Л.А. Шмелева, М.С. Чистяков // Вестник РУК. — 2023. — № 1(51). — С.9–13.
2. Сафиуллин, Д.Ф. Бережливое производство как фактор повышения эффективности предприятия / Д.Ф. Сафиуллин, М. И. Иваев, Н.В. Никульников // Индустриальная экономика. — 2023. — № 2 — С. 42–47. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/berezhlyvoe-proizvodstvo-kak-faktor-povysheniya-effektivnosti-predpriyatiya> (дата обращения: 08.06.2023).
3. Левинсон, У. Бережливое производство: синергетический подход к сокращению потерь / У. Левинсон, Р. Рерик. — Москва: Стандарты и качество, 2007. — 271 с.
4. Evans, M. Analysis framework for the interactions between building information modelling (BIM) and lean construction on construction mega-projects / M. Evans, P Farrell., W. Zewein, A. Mashali // Journal of Engineering, Design and Technology. — 2021. — Vol. 19. — No. 6. — p. 1451–1471. URL: <https://doi.org/10.1108/JEDT-08-2020-0328>.
5. Хузиев, Г.М. Модель внедрения бережливого производства в строительной отрасли / Г.М. Хузиев, Н.С. Сагитова. // Управление устойчивым развитием. — 2019. — № 1(20). С. 24–28.
6. Дрепалов, И.Ф. Бережливое производство и его роль в современном строительстве / И.Ф. Дрепалов, Д.М. Мазурин, А.А. Петров // Наука и бизнес: пути развития. — 2020. — № 6(108). — С. 38–40.
7. Попова, Е.С. Методика бережливого строительства как инновационный подход к управлению в строительной отрасли // Master's Journal. — 2016. — № 1. — С. 141–146.
8. Вумек, Дж., Джонс Д. Бережливое производство. — Москва: Альпина Бизнес Букс, 2021. — 472 с.
9. Соловьева, Е.В. Адаптация строительных организаций России для эффективного внедрения и применения инновационных методов Бережливого строительства / Е.В. Соловьева, А.Г. Даниелова // Вестник Евразийской науки. — 2020. — Т 12. — № 6. URL: <https://esj.today/PDF/41SAVN620.pdf> (дата обращения: 11.05.2023).
10. Гевара Рада, Л.Т. Технологии информационного моделирования (bim) как основа бережливого строительства / Л.Т. Гевара Рада, В.В. Пешков, В.И. Мартыянов, Е.А. Радионова, Ф.Г. Бужеева, Е.В. Сайбаталова // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. — 2022. — Т. 12 — № 1 — С. 70–81. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-informatsionnogo-modelirovaniya-bim-kak-osnova-berezhlyvogo-stroitelstva> (дата обращения: 10.05.2023).

Razov Igor Olegovich

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: razovio@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4829-7080>

Komzyuk Leonid Viktorovich

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: komzukleon@mail.ru

Sheludkov Yuri Nikolaevich

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: sheludkov97@mail.ru

Increasing labor productivity when creating reinforced concrete structures using lean manufacturing technology

Abstract. The author presents an analysis of the creation of an embedded part of a reinforced concrete structure from the point of view of lean technologies. In accordance with the Decree of the President of the Russian Federation dated 21.07.2020 No. 474 «Labor productivity is a strategic task of the development of the Russian Federation for the period up to 2030». For this purpose, the national project «Productivity Improvement and Employment Support» has been created, the purpose of which is to ensure by 2024 the growth rate of labor productivity at medium and large enterprises of basic non-resource sectors of the economy at least 5 % per year. Lean manufacturing technologies are used to achieve this goal. Based on the research conducted by the author, technological losses at the enterprise were identified: unnecessary movements (losses from movements and the need for extra turns, extra downward slopes), waiting (downtime due to late delivery of raw materials), unnecessary transportation (insufficient frequency of transportation). In lean manufacturing, the production process is organized in such a way as to ensure the optimal location of the equipment and the sequence of passing through it. Using a set of measures that significantly increases labor productivity according to the 5C method, the author offers developed technological solutions to eliminate identified losses at the enterprise. This technique is the first stage of building lean manufacturing. It includes: sorting, maintaining order, keeping clean, standardization and improvement. Thus, if the company implements the author's proposed solutions, it will allow the worker to increase the efficiency of activities and use resources rationally: make fewer slopes, increase the safety of the flux used, and also reduce the cycle time by about 20 seconds, which corresponds to 17 % of the time spent on the cycle.

Keywords: lean manufacturing; national project; reinforced concrete structures; labor productivity; losses; resources; operational efficiency