

УДК 625.76.08 : 625.7/.8 - 029.33

### ОЦЕНКА ОКУПАЕМОСТИ АСФАЛЬТОУКЛАДОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗДЕЛЬНОЙ И СОВМЕСТНОЙ УКЛАДКИ СЛОЁВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

**Ретюнский Артемий Алексеевич**, аспирант,  
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, reeeeart@gmail.com.

**Горячев Михаил Геннадьевич**, д-р техн. наук, проф.,  
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, kafedra\_sed@mail.ru.

**Аннотация.** В современной практике дорожного строительства важным критерием для принятия решения об участии подрядных строительных предприятий в тендерах становится наличие на балансе организации необходимых для производства работ машин и механизмов. Например, в США во многих штатах не допускаются к участию в конкурсе на подряды фирмы, не имеющие на своём балансе перегружателей асфальтобетонной смеси. В описываемых случаях возникает вопрос о сроках окупаемости приобретаемого оборудования. В нашей стране довольно немного крупных подрядчиков, которые имеют достаточные финансовые возможности для закупки передовой дорожно-строительной техники (прежде всего зарубежного производства), которая может окупить вложенные в неё средства только при больших ежегодных объёмах работ. В частности к такой дорожно-строительной технике относится асфальтоукладочные комплексы для производства работ технологией совместной укладки в несколько слоёв. В статье предложен способ оценки окупаемости такого асфальтоукладочного комплекса, основанный на определении разницы в стоимости укладываемого асфальтобетона разными технологиями.

**Ключевые слова:** дорожные одежды, технология «компакт-асфальт».

### ASSESSMENT OF THE PAYBACK OF ASPHALT PAVING COMPLEXES FOR THE TECHNOLOGIES OF SEPARATE AND JOINT PAVING OF PAVEMENTS

**Retunskiy Artemy A.**, postgraduate,  
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, reeeeart@gmail.com.

**Goryachev Mikhail G.**, Dr. Sc., professor,  
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, kafedra\_sed@madi.ru.

**Abstract.** In the modern practice of road construction, an important criterion for deciding on the participation of road building companies in tenders is the availability on the balance sheet of the organization of machines and mechanisms, which are necessary for the production of works. For example, in the USA, in many states, firms that do not have asphalt concrete mix loaders on their balance sheet, are not allowed to participate in the tender for contracts. In the described cases, arises the question about the payback period of the purchased equipment. There are quite a few large contractors in our country who have sufficient financial resources to purchase advanced road construction equipment (primarily foreign production), which can recoup the funds invested in it only with large annual volumes of work. In particular, such road-building equipment includes asphalt-laying complexes for the production of works with the technology of joint laying in several layers. The article proposes a method for assessing the payback of such an asphalt-laying complex, based on determining the difference in the cost of asphalt concrete laid by different technologies.

**Key words:** pavement, compact asphalt technology.

### Введение

Несмотря на достаточную известность технологии «компакт-асфальт» как в нашей стране, так и за рубежом, её внедрение на территории России по-прежнему сдерживается по целому ряду причин [1, 2, 3, 4, 6, 8]. В ранее опубликованных работах рассматривалось решение проблемы нормативного обеспечения при расчёте дорожных одежд с двумя и более одновременно укладываемыми асфальтобетонными слоями [5, 7]. Было показано, что в рамках существующей методики проектирования дорожных одежд возможно достижение экономического эффекта от применения технологии «компакт-асфальта» за счёт сокращения толщин слоёв дорожных одежд. Ещё одним фактором риска внедрения технологии совместной укладки асфальтобетонов является необходимость таких объёмов строительных работ, которые позволят достичь окупаемости и получение прибыли в результате подрядной деятельности. Хотя реализация совместной укладки асфальтобетонного пакета может осуществляться двумя последовательно работающими асфальтоукладчиками, значительным преимуществом обладает специализированный комплект.

Следует отметить, что в России уменьшенная в стоимости дорожная одежда не позволяет строительным предприятиям заработать на данной

экономии ввиду того, что экономия достигается на этапе разработки проекта и утверждения сметы заказчиком. Таким образом, достигнутые сокращения толщин слоев дорожной одежды в первую очередь позволяют снизить бюджет проекта, а также позволяют положительно повлиять на экологические показатели при производстве строительных работ.

С другой стороны, в анализе той или иной инновационной технологии важным этапом, является оценка рентабельности её внедрения. Прежде чем руководством подрядной организации будет принято решение о закупке оборудования, необходимо оценить сроки его окупаемости. Федеральными единичными расценками предусмотрены позиции, позволяющие выполнить локальный сметный расчёт нежёстких дорожных одежд, устроенных способом комбинированной укладки.

### **Основная часть**

С целью оценки рентабельности внедрения технологии совместной укладки асфальтобетонных слоёв дорожных одежд, предлагается рассмотреть четыре конструкции нежёстких дорожных одежд, запроектированных при следующем количестве приложений расчётной нагрузки за срок службы:  $10^6$ ,  $2 \cdot 10^6$ ,  $3 \cdot 10^6$ ,  $4 \cdot 10^6$  ед. За исключением толщин слоёв нижнего слоя покрытия и верхнего слоя основания, устраиваемых из асфальтобетонов, рассматриваемые конструкции дорожных одежд имеют схожие технические параметры:

- дополнительный слой основания из песка средней крупности толщиной 20 см;
- слой основания из щебёночно-песчаной смеси, обработанной цементом, М100 толщиной 32 см;
- верхний слой покрытия из щебёночно-мастичного асфальтобетона ЦМА-16 на ПБВ-60 толщиной 5 см.

В рассматриваемых конструкциях предполагается устраивать способом «компакт-асфальт» верхний слой основания и нижний слой покрытия, представленные асфальтобетонными смесями А22От и А16Нт соответственно. Толщина нижнего слоя покрытия для каждой

конструкции, соответствующей большему количеству приложений расчётной нагрузки, принимается большей на 1 см.

На основании расчёта прочностных характеристик каждой из конструкций, было выявлено возможное уменьшение толщины слоёв, укладываемых способом «горячее по горячему» (табл. 1).

Таблица 1

Возможное снижение толщины конструкции дорожной одежды за счёт  
верхнего слоя основания

Количество приложений, млн авт/сут.	Толщина при послойной укладке, см		Толщина при укладке «компакт-асфальт», см		Уменьшение толщины, см	Запас прочности после уменьшения толщины конструкции
	Нижний слой покрытия	Верхний слой основания	Нижний слой покрытия	Верхний слой основания		
10	6,0	11,0	4,0	8,0	5,0	4,0 %
20	7,0	11,0	5,0	8,0	5,0	2,0 %
30	8,0	11,0	6,0	8,0	5,0	2,0 %
40	9,0	11,0	7,0	8,0	5,0	4,0 %

Так как сметная прибыль, составляющая 95% от фонда оплаты труда, направлена в том числе на повышение механовооруженности предприятия, допустимо выполнить сравнение окупаемости на основании локального сметного расчёта. Важно отметить, что в рамках вычислительного эксперимента принимается условие, что подрядная организация тратит всю сметную прибыль на покрытие расходов от приобретения комплекта оборудования как для одного способа производства работ, так и для второго. Сметная прибыль, получаемая организацией при устройстве одного квадратного метра конструкций дорожной одежды, устроенной различными способами при различных интенсивностях движения приведена в табл. 2.

Таблица 2

Сметная прибыль предприятия при устройстве одного квадратного метра верхнего слоя основания и нижнего слоя покрытия

	Единицы измерения	10 млн	20 млн	30 млн	40 млн
Сметная прибыль при послойной укладке	руб	15,81	15,81	15,81	15,81
Сметная прибыль при применении технологии «компакт-асфальт»	руб	5,77	6,06	6,34	6,62

Для выполнения локального сметного расчёта конструкций, устроенных классическим способом послойной укладки, были использованы позиции Федеральных единичных расценок с шифром 27-06-020 с поправками на толщину слоя.

Локальный сметный расчёт тех же конструкций, но устроенных за один проход асфальтоукладчика и с уменьшенной толщиной, выполнялся по позициям ФЕР 27-06-039. Однако для объективности оценки окупаемости была сделана поправка на стоимость асфальтобетонных смесей, так как единичные расценки этого раздела предусматривают устройство способом «компакт-асфальт» верхнего слоя покрытия из ЩМА и нижнего слоя покрытия из крупнозернистой асфальтобетонной смеси, что не соответствует материалам слоёв в принятых ранее конструкциях.

Для сравнения окупаемости оборудования рассмотрим комплекты машин фирмы VÖGELE для двух способов производства работ, представленные в табл. 3.

Используя полученные стоимости комплектов машин, выполним сравнение площадей, необходимых для покрытия капитальных затрат на приобретение оборудования. Приведены площади слоёв конструкций дорожных одежд, которые необходимо уложить для покрытия капитальных вложений в оборудование, как для различного числа приложений, так и для различных способов производства работ (табл. 4).

На основании полученных данных построена диаграмма (рис.), позволяющая наглядно оценить, насколько большую площадь необходимо уложить подрядной организации для возмещения затрат на оборудование для применения технологии «компакт-асфальт» в сравнении с оборудованием для послойной укладки.

Таблица 3

### Необходимый комплект машин для производства работ

Послойная укладка верхнего слоя основания и нижнего слоя покрытия			Комбинированная укладка верхнего слоя основания и нижнего слоя покрытия		
Наименование машины	Кол-во	Цена за 1 ед.	Наименование машины	Кол-во	Цена за 1 ед.
Перегружатель PowerFeeder MT 3000-2i Offset	2	21.000.000 Р	Перегружатель PowerFeeder MT 3000-2i Offset	1	21.000.000 Р
Укладчик для нижнего слоя покрытия и верхнего слоя основания SUPER 1800-3i	2	22.500.000 Р	Укладчик с перегрузочным модулем для верхнего слоя основания SUPER 2100-3i IP	1	27.000.000 Р
-	-	-	Укладчик для нижнего слоя покрытия SUPER 1800-3i	1	22.500.000 Р
Комплект катков Hamm: HP 280i HD+ 90 VO HD+ 120 VO	2	17.500.000	Комплект катков Hamm: HP 280i HD+ 90 VO HD+ 120 VO	1	17.500.000
<u>Итоговая стоимость:</u>	122.000.00 Р		<u>Итоговая стоимость:</u>	67 750 000.00 Р	

Таблица 4

Минимальные значения площади дорожной одежды для компенсации затрат на закупку оборудования исходя из сметной прибыли предприятия

Способ производства работ	Требуемая площадь дорожной одежды для покрытия затрат, м <sup>2</sup>			
	10 млн приложений	20 млн приложений	30 млн приложений	40 млн приложений
Послойная укладка	7 715 019	7 715 019	7 715 019	7 715 019
«Компакт-асфальт»	11 734 668	11 186 714	10 687 652	10 231 216

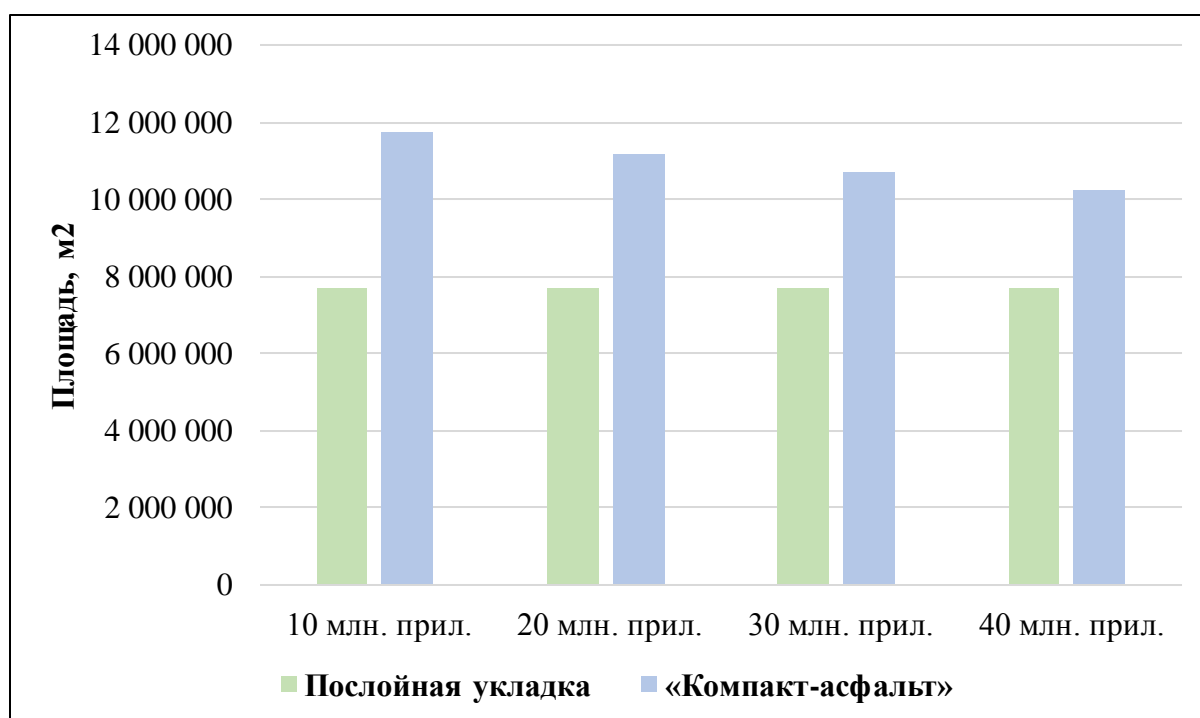


Рис. Окупаемость асфальтоукладочных машин при двух технологиях производства работ

### Заключение

Оценка окупаемости оборудования для устройства нежестких дорожных одежд способом «компакт-асфальт» показала, что значительно быстрее для подрядных организаций окупается комплект машин для устройства слоёв асфальтобетона технологией послойной укладки по сравнению с технологией «компакт-асфальт». В части экономии

бюджетных расходов технология совместной укладки обладает значительным ресурсосберегающим эффектом. Потенциальный экологический и сопутствующий инновационный научно-технический эффект от уменьшения толщин конструкций, устроенных способом совместной укладки, требует более детального изучения для популяризации и практического внедрения данной технологии.

### Список литературы

1. Бамбуров, А.С. Новые технологии в дорожном строительстве / А.С. Бамбуров // Интернаука. – 2019. – №22-1(104). – С. 6-7.
2. Веретенцев, А.А. Способы устройства асфальтобетонного покрытия методом «горячее по горячему» / А.А. Веретенцев // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2018. – №4. – С. 126-128.
3. Войкина, А.С. Способы устройства асфальтобетонного покрытия методом «горячее по горячему» или «компакт-асфальт» / А.С. Войкина, В.М. Вайнштейн // В кн.: Россия и мир: национальная безопасность, вызовы и ответы; под общ. ред. В.П. Шалаева. В 2 частях. – ПГТУ, 2018. – С. 180-183.
4. Войкина, А.С. Устройство асфальтобетонного покрытия с применением технологии компакт-асфальт / А.С. Войкина // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России. – 2018. – №5. – С. 28-30.
5. Горячев, М.Г. Обоснование эффективности устройства асфальтобетонных покрытий технологией компакт-асфальта нормативным расчётом нежёстких дорожных одежд / М.Г. Горячев, С.В. Лугов, Е.В. Калёнова, С.В. Яркин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2021. – №1 (95). – С. 17-18.
6. Ищенко, М.А. Технология асфальтирования «компакт-асфальт» / М.А. Ищенко, П.В. Перепелица, С.В. Турдаков // Наука и образование в социокультурном пространстве современного общества: сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции, КубГТУ, 2019. – С. 51-53.
7. Ретюнский, А.А. Зависимость запаса прочности конструкции дорожной одежды, устроенной с применением технологии «компакт-асфальт», от интенсивности движения / А.А. Ретюнский, М.Г. Горячев // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2022. – № 2.
8. Сахаров, И.С. Лабораторное исследование асфальтобетонного комбинированного дорожного покрытия по принципу «горячее по горячему» / И.С. Сахаров, Л.А. Горельшева // Дороги и мосты. – 2015. – №1 (33). – С. 279-284.



### References

1. Bamburov A.S. *Internauka*, 2019, no 22-1 (104), pp. 6-7.
2. Veretencev A.A. *Nauchnomu progressu – tvorchestvo molodyh*, 2018, no 4, pp. 126-128.
3. Vojkina A.S. *Rossiya i mir: nacional'naya bezopasnost', vyzovy i otvety v 2 chastyah; pod obshch. red. V.P. SHalaeva*, Volga State Technological University, 2018, pp. 180-183.
4. Vojkina A.S., Vajnshtejn V.M. *Inzhenernye kadry – budushchee innovacionnoj ekonomiki Rossii*, 2018, no 5, pp. 28-30.
5. Goryachev M.G., Lugov S.V., Kalonova Ye.V., Yarkin S.V. *Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli*, 2021. №1 (95). –S. 17-18.
6. Ishchenko M.A., Perepelica P.V., Turdakov S.V. *Nauka i obrazovanie v sociokul'turnom prostranstve sovremennogo obshchestva: sbornik nauchnyh trudov*, Kuban State Technological University, 2019, pp. 51-53.
7. Retyunskij A.A., Goryachev M.G. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, 2022, no 2.
8. Saharov I.S., Gorelysheva L.A. *Dorogi i mosty*, 2015, no 1 (33), pp. 279-284.

Рецензент: В.В. Ушаков, д-р техн.наук, проф., МАДИ