

УДК 625.7

С.В. Алексиков, Л.Е. Курдюкова

РЕСУРСООЕМКОСТЬ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПУТИ ЕЕ СНИЖЕНИЯ

Исследован процесс формирования проектной ресурсоемкости дорожно-строительных объектов и пути ее снижения в процессе разработки конструктивных и организационно технологических решений.

К л ю ч е в ы е с л о в а: дорожно-строительные объекты, ресурсоемкость.

The authors analyzed the process of the formation of design resource intensity of road-building objects and the ways of its reduction in the process of the development of structural and management-and-process solutions.

К е y w o r d s: road-building objects, resource intensity.

Стоимость дорожно-строительных объектов на 65...70 % формируется его проектной ресурсоемкостью, которая определяет потребное количество производственных ресурсов для реализации проектов [1, 2]. Ресурсоемкость проекта определяется его конструктивной и организационно-технологической средой, которые взаимозависимы и формируют общий расход материалов, полуфабрикатов, конструкций, энергоносителей, последовательность и интенсивность их потребления в ходе производства работ, потребность в дорожно-строительных машинах, механизмах и транспортных средствах, в рабочих и ИТР [3].

Общая ресурсоемкость дорожных объектов на 60...70 % определяется расходом материалов, полуфабрикатов, конструкций и энергоносителей при строительстве дорожной одежды, земляного полотна и искусственных сооружений. Целенаправленное формирование ресурсоемкости возможно в результате системного подхода к процессу проектирования объекта в целом, когда в результате многовариантной проработки конструктивных и организационно-технологических решений принимаются наиболее технологичные проектные решения, обеспечивающие возможность реализации дорожного проекта в директивные сроки с минимальными ресурсными затратами (рис. 1).

Конструктивная среда проекта включает в себя обоснование основных технических параметров сооружения, определяющих: общую потребность в строительных материалах, полуфабрикатах и строительных конструкциях; их номенклатуру; требования к физико-механическим свойствам; поставщиков строительных материалов, конструкций и полуфабрикатов. В общем случае потребность проекта в материалах и полуфабрикатах представляет собой сумму расходов материалов, рассчитанных по удельным нормативам на единицу продукции $\left(\sum_{i=1}^N H_{T,i} \cdot V_i \right)$, по объему $\left(\sum_{j=1}^J Q_{V,j} \right)$ и по массе $\left(\sum_{k=1}^K Q_{m,k} \right)$:

$$Q = \sum_{i=1}^N H_{\partial,i} \cdot V_i + \sum_{j=1}^J Q_{V,j} + \sum_{k=1}^K Q_{m,k}, \quad (1)$$

Организационно-технологическая среда, представленная проектами организации строительства и производства работ (ПОС, ППР), включает в себя

обоснование сроков строительства, общую потребность в дорожно-строительных машинах и механизмах, автотранспорте, рабочих, энергоносителях, необходимых для реализации строительного проекта. Сроки строительства и потребность в механизмах, автотранспорте и рабочих зависят от конструктивной потребности проекта в ресурсах и производственной мощности подрядной дорожно-строительной организации.

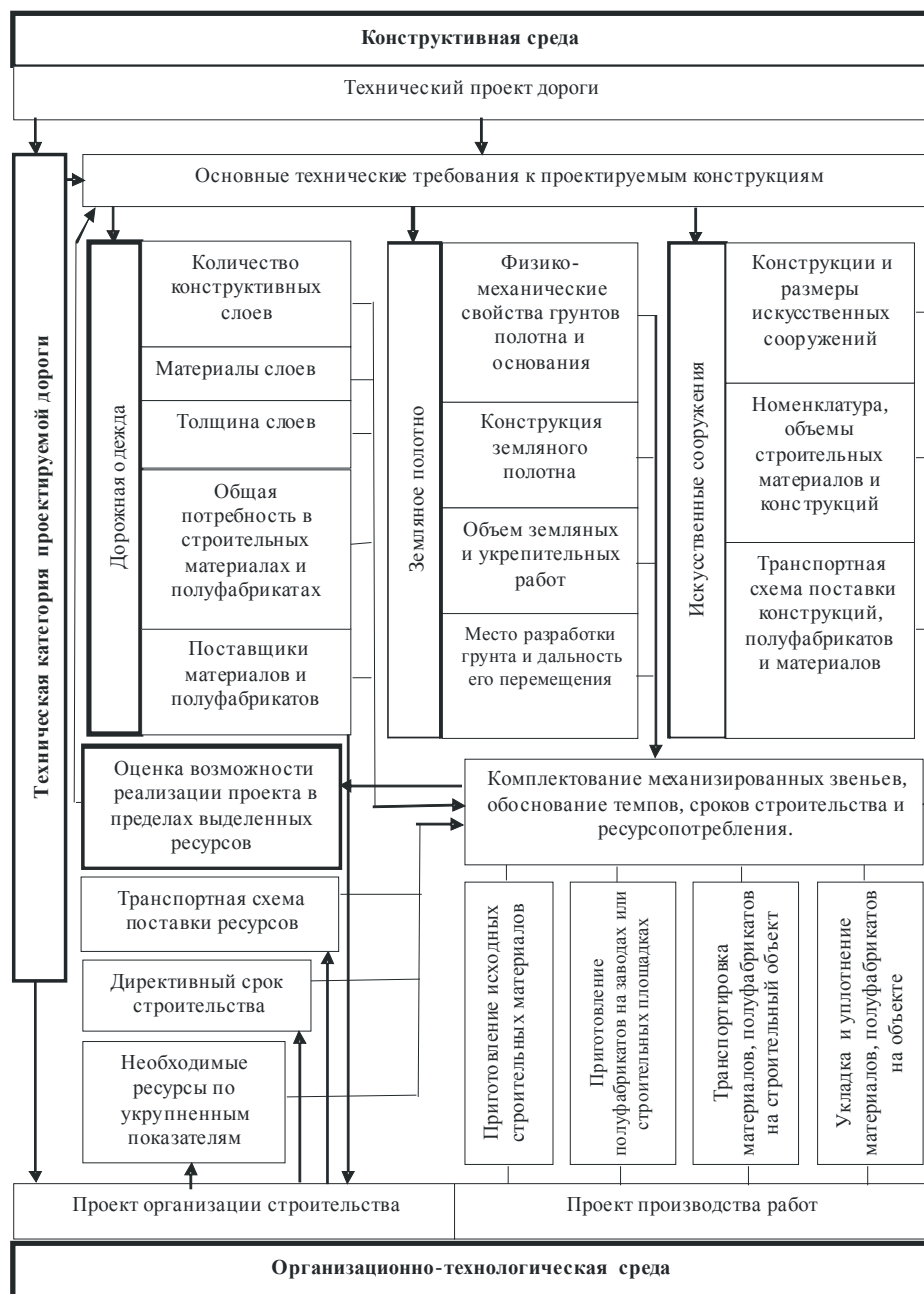


Рис. 1. Структурная схема взаимодействия конструктивной и организационно-технологической среды при формировании ресурсоемкости объекта

На стадии принятия проектных решений создаются предпосылки для реализации проекта в сроки, предусмотренные контрактом t_k :

$$t_{\text{стр}} \leq t_k \leq T_{\text{max}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{стр}}$ — фактическая продолжительность строительства объекта; T_{max} — максимально допустимый директивный срок строительства объекта, зависит от капиталности объекта (технической категории дороги), темпов выполнения и объемов работ (протяженности дороги):

$$T_{\text{max}} = (0,194L + 0,139C_{\text{стр}} + 0,335\Pi_p - 0,573)k, \quad (3)$$

где L — протяженность автомобильной дороги, км; $C_{\text{стр}}$ — сметная стоимость объекта, тыс. р.; k — коэффициент, зависящий от дорожно-климатической зоны (для IV—V ДКЗ $k = 0,9$, для II—III ДКЗ $k = 1,0$); Π_p — средний темп работ, км/смену, зависит от производительности механизированных звеньев строительного потока и удельной конструктивной ресурсоемкости элементов дороги.

Потребность в дорожно-строительных машинах N переменна во времени t , зависит от конструктивных особенностей объекта, организации и технологии строительства, природно-климатических факторов, физико-механических свойств перерабатываемых материалов и грунтов:

$$N(t) = \sum_{k=1}^K \sum_{z=1}^Z \sum_{m=1}^M \frac{Q_{k,z}^m K_p^t K_t^t K_i^t}{t_n \Pi_n^m K_f^{m,t}}, \quad (4)$$

где K — количество частных строительных потоков в период t ; Z — число захваток в строительном потоке; M — количество марок машин, одновременно используемых в строительном процессе; $Q_{k,z}^m$ — объемы работ, выполняемые машиной m -й марки в течение смены, продолжительностью t_c ; Π_n^m — нормативная производительность машины m -й марки; K_p^t — коэффициент влияния погодных условий на производительность труда в теплый и холодный периоды года ($K_p^t = 1,0 \dots 1,75$); K_t^t — коэффициент, учитывающий влияние на производительность труда перерывов в зимний период при неблагоприятном сочетании климатических факторов ($K_t^t = 1,0 \dots 1,4$); K_o^t — коэффициент влияния условий освещенности места работ на производительность труда ($K_o^t = 1,0 \dots 1,6$); $K_f^{m,t}$ — коэффициент влияния физико-механических свойств дорожно-строительных материалов и грунтов на производительность машины m -й марки ($K_f^{m,t} = 1,0 \dots 0,35$).

Потребность в рабочих и машинистах $R(t)$ зависит от количества одновременно работающих машин и механизмов, характера дорожно-строительных работ:

$$R(t) = n_m N(t) + n(t)_o, \quad (5)$$

где n_m — количество машинистов, работающих на машинах в период t ; $n(t)_o$ — число рабочих, обслуживающих машины и работающих на сопутствующих технологических операциях.

В современных условиях хозяйствования особую значимость имеет снижение энергоемкости дорожно-строительного производства, определяющей расход топлива. Исследования дорожно-строительных процессов показали, что расход топлива Q линейным образом зависит от энергозатрат $\mathcal{E}$:

$$Q = 0,18 \cdot a \cdot \mathcal{E}, \quad (6)$$

где a — коэффициент, отражающий влияние среднего износа двигателей машин в составе механизированного звена на расход топлива ($a = 1,0 \dots 1,1$).

Актуальность энергосбережения объясняется тем, что за период с 1998 по 2006 гг. ежегодное увеличение энергозатрат в отрасли составило 8,8 %. Потребление бензина с каждым годом увеличивается в среднем на 60 тыс. т, а дизельного топлива примерно на 110 тыс. т. Цены на основные виды топлива непрерывно растут, согласно опубликованным данным Росстата, с 2005 года на бензин выросли на 11,7 %; на дизельное топливо — на 7,4 %. Рост энергозатрат, сопровождаемый ростом цен на топливо и электроэнергию, привел к увеличению доли этой составляющей в общей стоимости дорожных работ до 20 %.

Анализ энергоемкости дорожно-строительного производства Юга РФ показал, что наибольший расход энергоносителей (50...60 %) происходит при строительстве дорожных одежд. Расход топлива Q определяется интенсивностью потребления материалов или полуфабрикатов I на объекте и дальностью L их транспортировки от поставщика (карьера, АБЗ, ЦБЗ) к месту укладки:

$$Q = 7,41 \cdot I^{1,048} \cdot L^{0,218}, \quad (7)$$

В процессе разработки дорожного проекта с целью снижения конструктивной ресурсоемкости элементов дороги следует руководствоваться следующими принципами:

1) при проектировании дорожной одежды: максимальное использование местных строительных материалов; минимизация количества конструктивных слоев; максимальное снижение номенклатуры используемых материалов и полуфабрикатов, сокращение числа поставщиков ресурсов; максимальное увеличение прочности грунтового основания (повышенное уплотнение или укрепление грунтов органическим или неорганическим вяжущим, армирование насыпи синтетическими материалами, укрепление обочин, использование грунтов со стабильными физико-механическими свойствами и т.п.); использование в покрытии битумоминеральных смесей с пониженной температурой приготовления (в т.ч. влажных органоминеральных смесей); обеспечение простоты конструкций, позволяющей минимизировать операции по укладке и формированию слоев дорожной одежды; однотипность конструкций на возможно большем протяжении дороги.

2) при проектировании земляного полотна: максимальное сокращение дальности транспортировки за счет использования местных грунтов из боковых резервов; обеспечение баланса земляных работ в пересеченной и горной местности; использование местных грунтов при укреплении откосов земляного полотна (укрепление грунтов, укладка георешеток и т.п.); на косогорных участках местности устройство насыпи в полунасыпи-полувыемке;

3) при проектировании искусственных сооружений и обустройства дороги: максимальное использование сборных конструкций местной строительной индустрии; максимальное снижение номенклатуры используемых материалов, полуфабрикатов, конструкций и сокращение числа поставщиков ресурсов; однотипность и простота конструкций, обеспечивающие минимум операций по устройству фундамента, монтажу конструкций и укрепительным работам.

В процессе разработки ПОС и ППР с целью снижения ресурсоемкости проекта основные усилия проектировщиков должны быть направлены:

на снижение энергоемкости производства дорожно-строительных материалов (до 18 %);

снижение энергоемкости приготовления полуфабрикатов на асфальтобетонных и цементобетонных заводах (до 45 %);

снижение энергоемкости транспортирования, укладки и уплотнения дорожно-строительных материалов на дороге (до 37 %).

Предложенный системный подход к снижению ресурсоемкости позволяет на стадии разработки конструктивных и организационно-технологических решений дорожных проектов создать предпосылки для строительства транспортных объектов в установленные сроки в пределах выделенных ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Могилевич В.М.* Основы организации дорожно-строительных работ. М. : Высшая школа, 1975. 288 с.
2. *Могилевич В.М., Боброва Т.В.* Организация дорожно-строительных работ. М. : Транспорт, 1990. 151 с.
3. *Алексиков С.В.* Ресурсное обеспечение технологических процессов в дорожном строительстве : монография / С.В. Алексиков ; Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград : ВолгГАСУ, 2006. 208 с.
4. *Руденский А.В.* Оценка энергозатрат на выполнение строительных и ремонтных работ — объективный критерий технической эффективности принимаемых решений // Дороги и мосты : сб. ФГУП Росдорнии. М., 2007. С. 37—46.

© Алексиков С.В., Курдюкова Л.Е., 2008

Поступила в редакцию
в октябре 2008 г.