

УДК 693.546.3

ПРОЦЕССЫ РАБОТЫ БЕТОНОНАСОСА ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ*А. А. Постовой*

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты (г. Шахты, Российская Федерация)

Статья посвящена анализу технологии подачи бетонной смеси бетононасосом. Представлены данные, полученные в результате выполнения первой части исследования, в которой разработана математическая модель для определения продолжительности подачи бетонной смеси. Проведен обзор источников по теме исследования. Обоснована актуальность выбранной темы. Изложена методика сбора и анализа полученной информации. Определены недостатки существующей формулы. Разработана схема процессов подачи бетонной смеси.

Ключевые слова: бетононасос, бетонирование конструкций, подача бетонной смеси, эксплуатационная производительность, продолжительность бетонирования, простои, цикл работы.

PROCESSES OF CONCRETE PUMP OPERATION DURING THE CONCRETE CASTING OF STRUCTURES*А. А. Postovoy*

Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of DSTU in Shakhty (Shakhty, Russian Federation)

The article is devoted to the analysis of the technology of concrete mix supply by concrete pumps. The data obtained as a result of the first part of the study, in which a mathematical model has been developed to determine the duration of the concrete mix supply, is presented. The paper provides a review of sources on the research topic. The relevance of the chosen topic is justified. The methodology of collecting and analyzing the received information is described. The disadvantages of the existing formula are identified. A scheme of concrete mixture feeding processes has been developed.

Keywords: concrete pump, concrete casting of structures, supply of concrete mix, operational performance, duration of concrete casting, downtime, work cycle.

Введение. В современном строительстве для транспортировки бетонной смеси используют различную технику и специализированное оборудование. Часто для бетонирования конструкций применяются бетононасосы, благодаря которым значительно сокращаются временные затраты на возведение зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

Подача состоит из процессов, особенности которых имеют значение при определении сменной эксплуатационной производительности и расчетной продолжительности бетонирования конструкций. Поэтому при проектировании подачи бетонной смеси бетононасосами необходимо учитывать множество нюансов. В литературе приводятся методики расчета продолжительности и эксплуатационной производительности подачи бетонной смеси кранами в бадьях [1–3], которые имеют высокую степень детализации и учитывают множество факторов, увеличивающих их точность. В то же время в доступной литературе обнаружена лишь одна формула для расчета эксплуатационной производительности бетононасосов, которая приводится в типовых технологических картах [4–6]. Ее существенный недостаток — отсутствие подробной методики определения коэффициента K_5 . К тому же сама формула не позволяет учесть все многообразие видов бетонируемых конструкций и особенности работы бетононасосов.

Эксплуатационная производительность рассчитывается по формуле [6]:

$$P_3 = P_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \text{ м}^3/\text{смену.}$$

Здесь P_T — производительность автобетононасоса, указанная в паспорте; K_1 — коэффициент, учитывающий снижение производительности автобетононасоса в зависимости от вида бетонируемой конструкции; K_2 — коэффициент, учитывающий снижение производительности бетононасоса в зависимости от длины прямолинейного горизонтального участка бетоновода; $K_3 = 0,93$ — коэффициент, учитывающий потери времени на ежесменный уход за бетононасосом и его техническое обслуживание; $K_4 = 0,90$ — коэффициент, учитывающий квалификацию машиниста (оператора) автобетононасоса; K_5 — коэффициент, учитывающий снижение производительности автобетононасоса из-за различных организационно-технологических причин; K_6 — продолжительность смены, ч.

Цель исследования — разработка математической модели продолжительности подачи бетонной смеси бетононасосами, которая позволит рассчитывать затрачиваемое на подачу время в зависимости от типа бетонируемых конструкций, механизации и технологии.

Объект исследования — технология подачи бетонной смеси в бетонируемую конструкцию.

Технологию подачи бетонной смеси бетононасосом (или автобетононасосом) следует разложить на составляющие. Продолжительность их выполнения можно узнать по прямым натурным замерам либо вычислить по техническим характеристикам установки. На основе этих данных необходимо разработать математическую модель для определения продолжительности процесса.

Обширное исследование разбили на части. В работе приводятся результаты первой, включающие обоснование необходимости изысканий, а также основную идею и разработку схемы процессов бетонирования конструкций бетононасосом.

Автор поставил перечисленные ниже задачи.

1. Провести обзор источников по данному вопросу.
2. Разработать схему процессов, составляющих технологию подачи бетонной смеси.
3. Выявить и показать математические зависимости для определения продолжительности выполнения процессов.
4. Создать математическую модель для определения продолжительности подачи смеси бетононасосом.
5. Упростить модель. С этой целью необходимо определить, какие параметры можно представить в виде постоянных величин, а какие — в виде математических зависимостей.
6. Провести расчеты по данной модели для различных объектов.

Методика исследования. Первый этап исследования включал поиск формул и сведений для определения продолжительности работы бетононасоса. В результате обзора литературных источников, нормативной и технологической документации [4–7] обнаружена формула для определения коэффициента, учитывающего снижение производительности автобетононасоса из-за различных организационно-технологических причин:

$$K_5 = \frac{t}{t + \sum t_i}. \quad (1)$$

В формуле (1) учитывается время бетонирования конструкции при фактической производительности бетононасоса и суммарная продолжительность перерывов в работе. Однако не приводятся рекомендации и методика определения входящих в данную формулу значений. При использовании формулы (1) предлагается самостоятельно провести анализ работы бетононасоса, выявить возможные причины технических и технологических простоев, определить их продолжительность и внести в данную формулу. При этом, как отмечено выше, технология

подачи является сложной и может быть разбита на ряд процессов, продолжительности которых должны определяться дифференцированно, с учетом типа бетонируемых конструкций, механизации и технологии выполнения работ. В силу этого формула (1) с практической точки зрения является малоприменимой.

Результаты исследования. С целью определения входящих в формулу значений была создана схема, отображающая весь цикл работы бетононасоса (рис. 1).

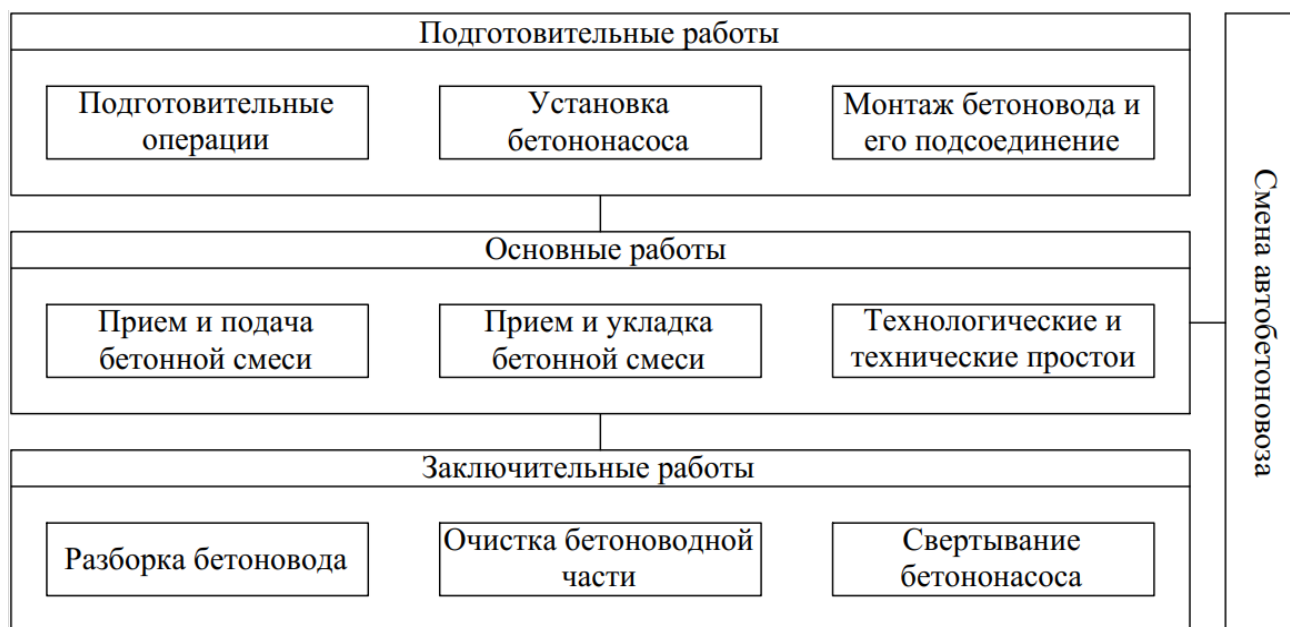


Рис. 1. Процессы бетонирования конструкций бетононасосом

Бетонирование конструкций с помощью данной техники предполагает выполнение подготовительных, основных и заключительных работ, а также операций по смене автобетоновоза. Представленные процессы влияют на продолжительность работ и должны учитываться при расчетах.

Все операции разбиваются на подгруппы по технологическим составляющим работы бетононасоса (автобетононасоса). В табл. 1 указаны основные процессы цикла.

Таблица 1

Составляющие технологии работы бетононасоса

№	Процесс	Кол-во*	Группа
Подготовительные работы			
1	Обустройство временных дорог и площадок	Р	Подготовительные операции
2	Планирование площадки		
3	Обеспечение отвода воды от промывки		
4	Обеспечение площадки водой и электроэнергией		
5	Установка на место стоянки	М	Установка бетононасоса
6	Установка выносных опор		
7	Развертывание распределительной стрелы		
8	Установка откидной решетки в приемный бункер	Р	Монтаж бетоновода и его подсоединение
9	Подноска и установка опор, звеньев	Р	
10	Соединение и закрепление стыков		
11	Укладка звеньев бетоновода на опоры		

№	Процесс	Кол-во*	Группа
12	Подсоединение распределительного рукава		
Операции автобетоновоза			
1	Выгрузка смеси из автобетоновоза	М	Смена автобетоновоза
2	Отъезд автобетоновоза к бетонорастворному заводу		
3	Подъезд автобетоновоза		
4	Выдвижение лотка с последующей подачей		
Основные операции			
1	Приготовление и прокачка пусковой смеси	М	Прием и подача бетонной смеси
2	Прием и подача смеси в конструкцию		
3	Устранение образовавшихся пробок в трубопроводе		
4	Перерыв на обед	Р	Некоторые технические и технологические простои
5	Неполадки техники	М	
6	Ожидание схватывания бетонной смеси в конструкции		
7	Укладка бетонной смеси	М	
8	Уплотнение бетонной смеси		
9	Выравнивание открытой поверхности		
10	Перенос распределительного рукава к следующему месту бетонирования		
Заключительные операции			
1	Снятие распределительного рукава	Р	Разборка бетоновоза
2	Отсоединение и разборка бетоновоза		
3	Складирование и очистка звеньев бетоновоза		
4	Демонтаж и складирование опор		
5	Очистка бетоноводной линии	Р	Очистка бетононасоса
6	Промывка бункера, подводящей трубы и насоса		
7	Установка подводящей трубы		
8	Снятие звена для улавливания пыжа		
9	Перевод распределительной стрелы в транспортное положение	М	Свертывание бетононасоса
10	Установка выносных опор в транспортное положение		

*Р — разовые процессы, М — многократные процессы.

Заключение. Ниже представлены выводы по результатам выполненной работы.

1. В доступной литературе обнаружена только одна формула расчета эксплуатационной производительности бетононасоса.

2. По коэффициенту K_5 не приводится методика расчета, что делает ее малоприменимой с практической точки зрения.

3. Разработанная схема звеньев технологии подачи бетонной смеси увеличит точность определения элементов, от которых зависит коэффициент K_5 — один из множителей при вычислении эксплуатационной производительности.

Библиографический список

1. Телешев, В. И. Производство гидротехнических работ. Часть 1. / В. И. Телешев, Н. И. Ватин, А. Н. Марчук. — Москва : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2020. — 430 с.
2. Подача бетонной смеси кранами и подъемниками / arhplan.ru : [сайт]. — URL: <http://www.arhplan.ru/technology/concreting/podacha-betonnoy-smesi-kranami-i-podemnikami> (дата обращения: 13.12.2021).
3. Галузин, В. М. Бетонирование массивных фундаментов / В. М. Галузин. — Санкт-Петербург : СПбГТУ, 2002. — 23 с.
4. Технологическая карта на укладку бетонной смеси в перекрытие с помощью автобетононасоса 60-04 ТК / ОАО «ПКТИпромстрой». — Москва : ОАО «ПКТИпромстрой», 2007. — 34 с.
5. Рекомендации по бетонированию конструкций с помощью автобетононасоса при транспортировке бетонной смеси автобетоносмесителями 102-04 / ОАО «ПКТИпромстрой». — Москва : ОАО «ПКТИпромстрой», 2004. — 56 с.
6. Инструкция по транспортировке и укладке бетонной смеси в монолитные конструкции с помощью автобетоносмесителей и автобетононасосов 154-07 / ОАО «ПКТИпромстрой». — Москва : ОАО «ПКТИпромстрой», 2007. — 56 с.
7. Технологическая карта на укладку бетонной смеси в перекрытие с помощью автобетононасоса / Ю. А. Ярымов, Л. В. Обухова, Е. Б. Уханова [и др.]. — Москва : ОАО «ПКТИпромстрой», 1999. — 40 с.

Об авторе:

Постовой Александр Александрович, студент Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) ДГТУ в г. Шахты (346506, РФ, г. Шахты, ул. Шевченко, 147), aleksandr.postovoy01@mail.ru.

About the Author:

Postovoy, Aleksandr A., Student, Department of Construction and Technosphere Safety, Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of Don State Technical University in Shakhty (147, Shevchenko str., Shakhty, RF, 346506), aleksandr.postovoy01@mail.ru