

НАДЕЖНОСТЬ ПРОЦЕССА ПНЕВМОТРАНСПОРТИРОВАНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ В ПОРЦИОННОМ РЕЖИМЕ

Известны способы оценки надежности строительных процессов [1,2]. Однако при рассмотрении отдельных из них оказывается, что сравнение предлагаемых вариантов целесообразно проводить не только по традиционным экономическим, но и по совокупности технических и технологических показателей, дифференцированно учитывающих влияние отдельных факторов на надежность данного процесса. Это позволит выбрать наиболее приемлемые для данных конкретных условий варианты производства работ. Сказанное относится и к процессу пневматического транспортирования бетонных смесей в порционном режиме. В данном случае мы имеем систему, состоящую из трех взаимосвязанных элементов: пневмонагнетателя, бетоновода, транспортируемой бетонной смеси. Надежность системы можно определить как способность устойчиво функционировать с требуемой производительностью в течение заданного времени без снижения качества бетонной смеси. При этом под технологическим отказом понимается прекращение функционирования всей системы в том случае, когда величины отклонений технических или технологических параметров одного из ее элементов от заданного уровня превышают допустимые. В рассматриваемой системе возможны следующие отказы: прекращение подачи смеси (полное или временное), значительное отклонение свойств смеси после транспортирования от заданных значений. Причинами прекращения подачи смеси являются:

1) неисправности, возникающие в результате выхода из строя отдельных узлов и деталей пневмонагнетателя в процессе эксплуатации. Влияние этого фактора следует учитывать показателем $T_{\text{ПН}}$, характеризующим наработку данного механизма до отказа;

2) нерациональная прокладка трассы бетоновода – с большим количеством местных сопротивлений (сужений, поворотов). Это обуславливает необходимость введения показателя $\Pi_{\text{б}}$, характеризующегося отношением суммарного сопротивления движению бетонной смеси при прокладке трассы бетоновода по предлагаемому варианту к суммарному сопротивлению движению смеси при горизонтальной прямолинейной прокладке трассы той же геометрической длины;

3) отклонения свойств бетонной смеси в процессе транспортирования от заданных значений превышают допустимые. В этом случае при оценке надежности системы следует учитывать такие показатели, как удельное сопротивление движению $\Delta R_{\text{д}}$, расслаиваемость смеси $P_{\text{с}}$, воздухопроницаемость порции смеси $V_{\text{п}}$, ее структурную устойчивость $У_{\text{с}}$. Первые два показателя определяются по методике, предложенной в работах [3,4]. Влияние воздухопроницаемости и структурной устойчивости порции смеси на надежность транспортирования ее по трубопроводам ранее не рассматривалось. Однако показатели $V_{\text{п}}$ и $У_{\text{с}}$ приобретают важное значение при порционном транспортиро-

вании бетонных смесей. Под воздухопроницаемостью следует понимать способность порции бетонной смеси пропускать воздух при наличии разности давлений с двух ее сторон. V_{Π} характеризуется временем t , в течение которого указанная разность давлений уменьшается на определенную величину. При этом через смесь проходит объем воздуха, который может быть легко подсчитан при известном объеме воздушной полости и известных начальной и конечной разностях давлений. Очевидно, что при уменьшении времени t возможно достичь разности давлений с двух сторон порции, необходимой для преодоления сил сопротивления движению.

В результате исследований установлено, что уменьшение времени t происходит из-за недостаточно компактной упаковки зерен заполнителя и цемента, выдувания растворной части из пустот между зернами крупного заполнителя при ее подвижности $O.K. > 8$ см, а также в результате усадки при приложении давления порции смеси на пористых заполнителях с содержанием мелких фракций в количестве, превышающем требуемое для заполнения межзерновой пустотности и создания пристенного слоя. На рис. 1 представлена зависимость t от отношения крупного заполнителя к сумме крупного и мелкого. В качестве крупного заполнителя использовался керамзитовый гравий Витебского завода фракции 5–20 мм с начальной влажностью $W_{кр} = 5,7\%$, в качестве мелкого — керамзитовый песок фракции 0–5 мм ($M_{кр} = 2,4$, $W_M = 9,9\%$). Расход цемента М400 — 400 кг/м^3 . Объем исследуемой порции смеси $V_{\Pi} = 0,002 \text{ м}^3$. Время t измерялось при уменьшении разности давлений от 100 до 50 кПа. Устойчивое транспортирование керамзитобетонных смесей достигается при значениях t , расположенных выше линии 1 на рис. 1. Снижение границы транспортабельных смесей с уменьшением относительного содержания крупного заполнителя объясняется тем, что при этом уменьшается удельное сопротивление движению смеси по трубопроводу. Одинаковые значения t при относительном содержании крупного заполнителя более или менее 40% являются следствием образования одинаковой сквозной суммарной пористости.

Структурная устойчивость U_c — это способность порции смеси сохранять свою форму в процессе транспортирования. Она характеризуется величиной давления, которое необходимо приложить к исследуемой порции для ее разрушения, происходящего путем сдвига слоев смеси друг относительно друга, отрыва отдельных слабосвязанных частиц или растекания смеси по трубе при $O.K. > 8$ см. Очевидно, что надежность процесса возрастает с увеличением U_c .

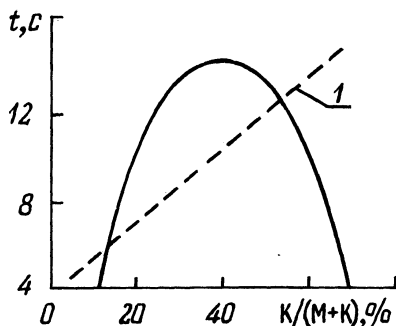


Рис. 1. Зависимость времени t уменьшения разности давлений с двух сторон порции бетонной смеси от относительного содержания $K/M+K$ крупного заполнителя в смеси мелкого и крупного заполнителей при подвижности $O.K. = 6$ см:

1 — граница транспортабельных смесей.

Причинами отклонения свойств смеси после транспортирования от заданных значений являются ее расслаивание и отделение воды O_B при выходе смеси из трубопровода. Учет этих факторов производится введением показателей P_C и O_B .

Следует отметить, что оптимальные величины показателей ΔP_D , P_C , V_P , U_C , O_B достигаются при различных значениях влияющих факторов. Это обуславливает необходимость принятия таких границ их изменения, при которых величины всех показателей находились бы в допустимых пределах.

ЛИТЕРАТУРА

1. А т а е в С.С., К а л м ы к о в Л.Ф. К вопросу повышения технологической надежности процессов формирования вертикальных конструкций из аглопоритобетона. — В сб.: Общие вопросы строительства: Отечественный опыт, 1974, №7, с. 9–10.
2. Г у с а к о в А.А. Организационно-технологическая надежность строительного производства. — М., 1974. — 252 с.
3. Руководство по укладке бетонных смесей бетононасосными установками. — М., 1978. — 144 с.
4. И в я н с к и й Г.Б., Б е л е в и ч В.Б. Механизированная заделка стыков сборных железобетонных конструкций. — М., 1971. — 144 с.