

УДК 579 (575.2) (04)

## К ВЫБОРУ ПРОЕКТНОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

С.Ж. Багитова

Приведен анализ проектных решений для выбора проектной мощности предприятий по производству бетонных смесей.

*Ключевые слова:* двухстадийное проектирование; рабочая документация; технико-экономические показатели; статистические данные; затраты.

До настоящего времени, согласно сложившейся практике, процесс проектирования предприятий по производству строительных материалов и изделий регламентируется рядом руководящих, методических и нормативных документов.

В соответствии с отраслевыми, ведомственными положениями и нормативными актами процесс проектирования разделяется на 2–3 стадии в зависимости от производственной мощности, сложности и значимости объектов проектирования (комбинат, завод, цех, установка по производству строительных материалов и изделий).

При двухстадийном проектировании сначала разрабатывается проект, состав которого аналогичен составу рабочего проекта без лишней детализации. Двухстадийное проектирование обычно применяется для уникальных и сложных объектов, где требуется применение новых инженерных решений, изучение мнения заинтересованных инстанций относительно этих решений, а также, если технологическая часть проекта выполнена концептуально и требуется разработка уникального оборудования и т.д. На второй стадии составляется рабочая документация, включающая рабочие чертежи, сметную документацию, ведомости объемов строительно-монтажных работ, ведомости и сводные ведомости потребности в материалах, габаритные чертежи на определенные виды оборудования, исходные требования к разработке нестандартного оборудования и сборки спецификаций оборудования по ГОСТ 21.110-95.

При этом для сокращения времени разработки проектов используются типовые технологические, организационные и технические решения, предполагающие использование стандартного оборудования и установок по произ-

водству строительных материалов и изделий из них<sup>1</sup>.

Традиционно разработка проекта начинается с определения производственной мощности предприятия. Выбор мощности бетонных заводов (бетоносмесительных установок) является сложной задачей, решение которой определяют технико-экономические показатели работы не только предприятий, производящих товарный бетон, но и подразделений, производящих бетонные и железобетонные конструкции. Это особенно важно в условиях централизованного обеспечения бетонной смесью нескольких строительных объектов, расположенных в районе обслуживания бетонного завода.

Мощность бетонного завода определяют обычно как максимальную месячную потребность в бетонной смеси, а неравномерность спроса учитывают введением коэффициентов неравномерности. Однако, в связи с тем, что на стадии проектирования возможность получения полных данных о характере потребления бетонной смеси на объектах промышленного строительства ограничена, такой подход к решению задачи не позволяет объективно определять ни расчетную потребность, ни коэффициент неравномерности. В применяемой методике отсутствуют экономические критерии, что затрудняет оценку эффективности принятого решения. Все это, как правило, приводит к повышению мощности бетонных заводов и нерациональному распределению капитальных вложений в развитие предприятий строительной индустрии.

НИИСП Украины разработана методика выбора мощности бетонных заводов (бетоно-

<sup>1</sup> Житкова С.А. Машины и оборудование для промышленности строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1997. – 212 с.

смесительных установок), обслуживающих объекты промышленного строительства, в основу которой положена статистическая модель спроса на бетонную смесь, и экономические критерии, определяющие эффективность работы предприятия и обслуживаемых им потребителей.

На 24 действующих бетонных заводах, обслуживающих строительные объекты, были собраны статистические данные об изменении потребления бетонной смеси. После их обработки установлено, что на основании среднего значения потребления бетонной смеси можно характеризовать вероятностное распределение величин  $P_i$  за весь период эксплуатации бетонного завода. Это означает, что каждой величине потребления может быть задана определенная вероятность ее появления. Например, если вероятность появления потребности 200 м<sup>3</sup> в смену  $p = 0,8$ , это означает, что в 80 случаях из 100 потребность в бетонной смеси не будет превышать приведенной величины.

Установлено, что вероятностное распределение потребности в бетонной смеси подчиняется либо нормальному, либо экспоненциальному закону. Первый, наиболее распространенный тип распределения, имеет место всегда, когда сменная потребность значительно больше любой сменной заявки одного строительного объекта.

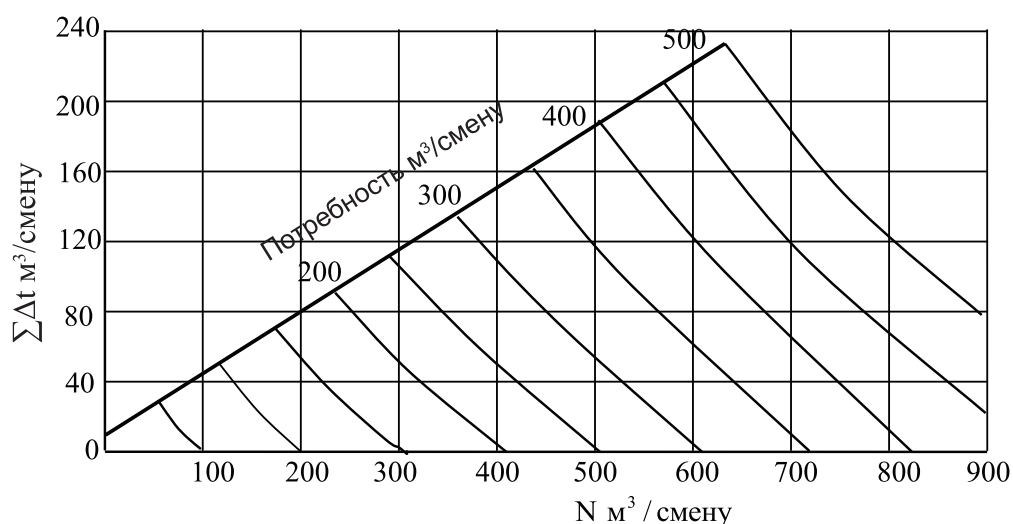
Второй тип распределения характерен для случая, когда  $P_i = 3_{it}$ . Это наблюдается при незначительном объеме бетонных работ (при за-

делке стыков, выполнении отдельных мелких конструкций). Такая характеристика бетонных работ позволяет применить экспоненциальное распределение для расчета мощности бетонного завода, который удовлетворял бы среднюю за период эксплуатации в наиболее загруженную смену потребность, величиной не более 30 м<sup>3</sup> в смену и при этом обслуживал не менее 5 объектов.

Полученная статистическая модель позволила на основании величины среднего потребления бетонной смеси за период эксплуатации бетонного завода  $P_{cp}$  определить для каждой величины возможной потребности вероятность ее появления. Эта модель использована при расчете эффективного соотношения между заданной потребностью в бетонной смеси и мощностью бетонного завода (см. рисунок).

Проведенные исследования показали, что для стационарных бетонных заводов эффективный коэффициент использования мощности близок к 70%. Для бетонных заводов типа инвентарных этот коэффициент колеблется в зависимости от условий потребления от 50 до 70%.

Мощностью бетонного завода является максимально возможная производительность предприятия в смену с учетом использования оборудования по времени, которая служит основанием для проектирования предприятия. К проектированию следует принимать бетонный завод такой мощности, которой соответствуют минимальные приведенные затраты на единицу выпускаемой продукции.



Зависимость величины  $\sum \Delta t$  от потребности в бетонной смеси при различных мощностях бетонных заводов.

Приведенные затраты по сравниваемым вариантам определяются по формуле:

$$\Pi = C_{01} \cdot K_1 + \frac{\sum \Delta t}{P_{cp}} (C_E + C_{ПМ}) + E_H \frac{K_0 N}{P_T}, \quad (1)$$

где  $C_{01}$  – стоимость приготовления бетонной смеси в тг./м<sup>3</sup> при полном использовании мощности;  $K_1$  – коэффициент, учитывающий увеличение стоимости приготовления при неполном использовании мощности бетонного завода:

$$f \quad \_ \quad 1,4 \quad 1,5 \quad 1,6 \quad 1,7 \quad 1,8 \quad 1,9 \quad 2,0$$

$$K_1 \quad \_ \quad 1,08 \quad 1,10 \quad 1,13 \quad 1,19 \quad 1,32 \quad 1,53 \quad 1,75$$

$\sum \Delta t$  – суммарные величины переходящих остатков потребности, отнесенные к смене, м<sup>3</sup>/смену (см. рисунок);  $P_{cp}$  – предполагаемая потребность в бетонной смеси в наиболее загруженную смену (при многосменной работе), которая определяется по формуле  $P_{cp} = K P_m$ . Коэффициент  $K$ , учитывающий распределение суточной потребности по сменам, должен приниматься равным не более 0,625 при работе в две смены и 0,5 при работе в три смены;  $C_E$  – стоимость трудозатрат на выполнение бетонных работ при строительстве объектов, тг./м<sup>3</sup>;  $C_{ПМ}$  – средняя стоимость простоя комплекта оборудования, отнесенная к его производительности, тг./м<sup>3</sup>;  $E_H = 0,15$  – отраслевой коэффициент сравнительной экономической эффективности;  $K_0$  – удельные капитальные вложения на 1 м<sup>3</sup> мощности в год;  $N$  – предполагаемая мощность бетонного завода по

данному варианту в м<sup>3</sup>/смену; ее минимальное значение принимается равным:

$$N_{min} = f, P_{cp}$$

где  $f = 1,4$ ; а при расчете вариантов она увеличивается ступенчато, с шагом 0,1  $P_{cp}$  (см. выше);  $P_T$  – предполагаемая среднесуточная потребность в бетонной смеси за период эксплуатации бетонного завода, м<sup>3</sup>/сутки.

На каждом из строительных объектов формируется сменная заявка на товарную бетонную смесь  $Z_{it}$ . Общая сменная потребность в бетонной смеси, которую должен удовлетворять бетонный завод, равна сумме этих заявок по всем объектам:

$$P_t = \sum_{i=1}^n Z_{it}, \quad (2)$$

где  $i$  – условный номер строительного объекта;  $n$  – количество строительных объектов в районе обслуживания бетонного завода;  $t$  – порядковый номер суток в период эксплуатации бетонного завода  $T$  ( $t = 1, 2 \dots, T$ ).

При наличии данных об изменении значения  $P_t$  за наиболее загруженную смену в течение периода эксплуатации можно с достаточной надежностью выбрать мощность бетонного завода.

После построения функции  $\Pi = f(N)$  определяется мощность бетонного завода, которой соответствует минимальная величина приведенных затрат. В приведенных затратах учитываются потери, связанные как с недоиспользованием мощности бетонных заводов, так и с простоями на строящихся объектах в ожидании товарного бетона.