

Снижение дозировки цемента при производстве бетонов всегда являлось целевой функцией задачи оптимизации состава бетонной смеси. Это важно как с экономической точки зрения, так и с точки зрения повышения характеристик бетонов, в частности, снижения их ползучести и усадочных деформаций.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ БЕТОНОВ ПРИ ПОМОЩИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫХ ПЛАСТИФИКАТОРОВ

ЗАХАРОВ С.А., директор ЗАО «МетаПро». Тел. +7 (495) 737 00 22

- Экономическая сторона вопроса становится особенно актуальной в последнее время, в связи с интенсивным ростом цен на цемент. Если несколько лет назад даже применение недорогого отечественного суперпластификатора С-3 было экономически оправдано только для высокомарочных бетонов, то при действующих сейчас ценах на цемент экономически эффективными становятся даже дорогие европейские поликарбоксилатные гиперпластификаторы.
- Важность задачи снижения дозировки цемента в составах товарных бетонов с целью снижения усадочных деформаций бетонов и их ползучести под нагрузкой так же возрастает в последнее время. Это связано с неуклонно растущей

долей монолитного строительства, в котором применяются высокоподвижные бетоны марок по подвижности П4 и даже П5. Такие подвижные бетоны без высокоэффективных пластификаторов содержат большое количество цемента, что приводит к большим усадочным деформациям, приводящим к нежелательным трещинам в конструкциях.

С целью оценки целесообразности замены в обычных бетонах широко распространенных в России пластификаторов на основе нафталиноформальдегидных смол и лигносульфонатов на высокоэффективные поликарбоксилатные гиперпластификаторы, компанией «МетаПро» были проведены сравнительные испытания различных суперпластификаторов для бетонов.

Испытаниям были подвергнуты раствор-

ные смеси, содержащие 40% цемента и 60% песка. Примерно такое сочетание цемента к песку и можно наблюдать в подвижных бетонных смесях. Добавление к этой смеси 100% крупного заполнителя превратит ее в классический бетон.

В процессе испытаний исследовалась пластифицирующая способность различных пластификаторов на смесь, а так же возможность снижения дозировки цемента при сохранении исходной подвижности раствора и водоцементного отношения за счет использования различных суперпластификаторов.

В настоящем исследовании сравнивались два жидких поликарбоксилатных (РС) гиперпластификатора с сульфатнафталиноформальдегидным суперпластификатором С-3. Не указывая торговых марок продуктов, обозначим испытываемые пластификаторы следующим образом:

- поликарбоксилатный гиперпластификатор, поставляемый ЗАО «МетаПро» обозначим РС-1;
- поликарбоксилатный гиперпластификатор производства ЕС обозначим РС-2.

Так как широко известна проблема избирательности различных пластификаторов (различной эффективности с разными видами цемента), испытания были проведены на бездобавочном цементе ПЦ-500 Д0 и на цементе, содержащем 10% высокоактивной алюмосиликатной добавки: метакаолина (ВМК).

На Рис. 1 приведен график, показывающий влияние различных дозировок испытываемых пластификаторов на подвижность растворной смеси.

Данный график показывает, что поликарбоксилатные гиперпластификаторы показывают значительно более высокую эффективность по сравнению с С-3.

Второй вывод, который можно сделать из приведенного графика: и С-3 и РС-2 показывают снижение своей эффективности на цементе с добавкой в 2 раза по сравнению с бездобавочным цементом по сравнению с пластификатором РС-1, совместимость которого с различными цементами оказалась существенно выше, и он почти не снизил своей эффективности в присутствии алюмосиликатной добавки.

И С-3 и РС-2 показывают снижение своей эффективности на цементе с добавкой в 2 раза по сравнению с бездобавочным цементом по сравнению с пластификатором РС-1, совместимость которого с различными цементами оказалась существенно выше, и он почти не снизил своей эффективности в присутствии алюмосиликатной добавки

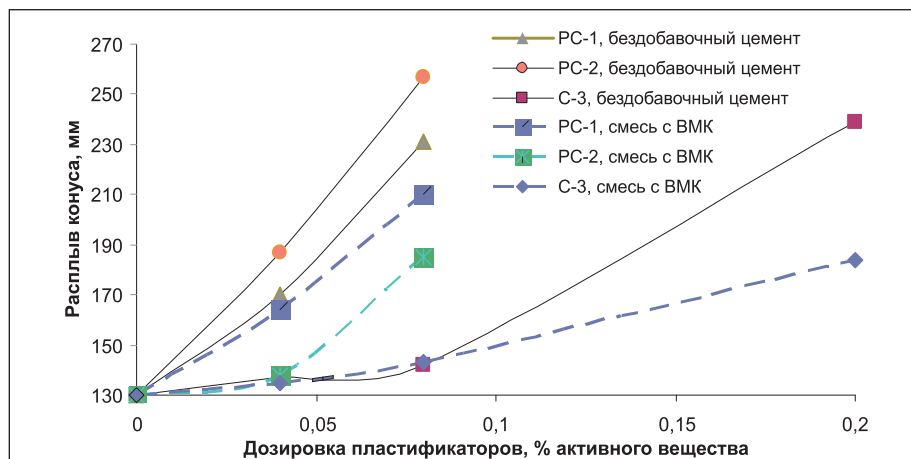


Рис. 1. Зависимость подвижности смесей от дозировки пластификаторов

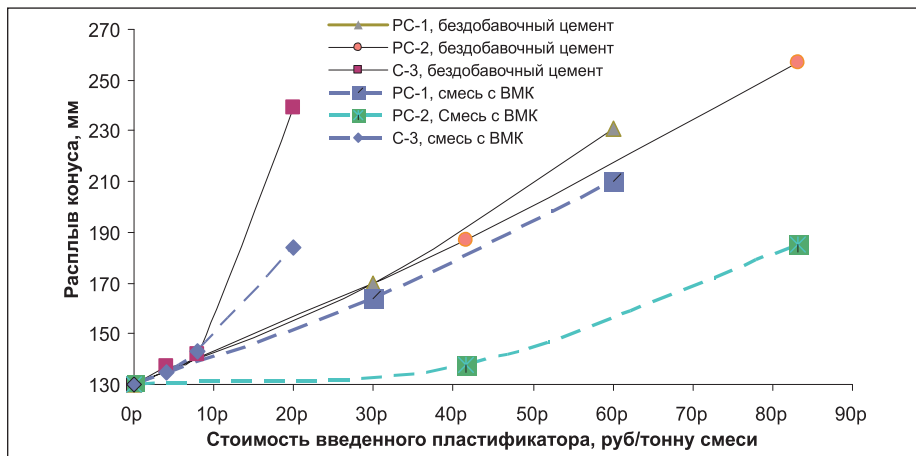


Рис. 2. Зависимость подвижности смесей от стоимости введенных пластификаторов

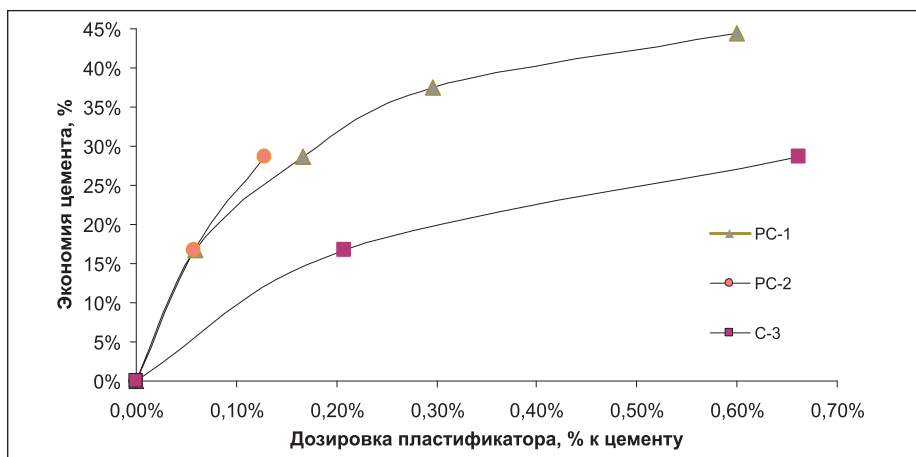


Рис. 3. Зависимость экономии цемента от дозировки пластификаторов

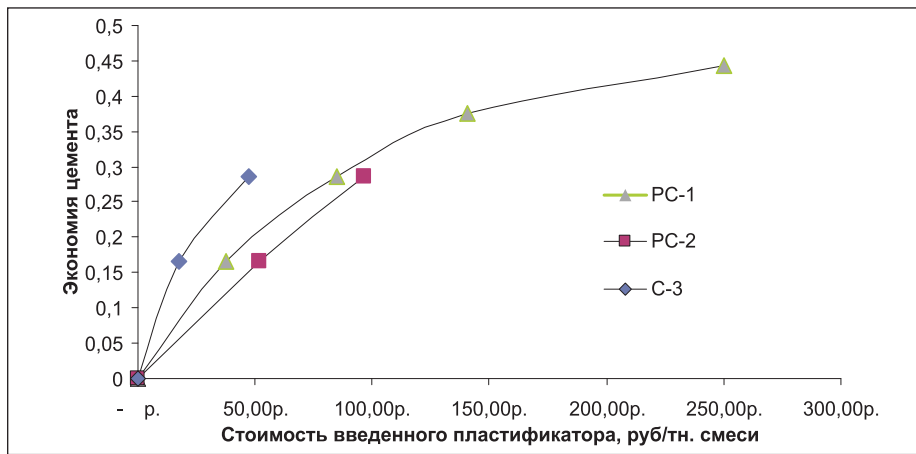


Рис. 4. Зависимость снижения дозировки цемента от стоимости введенных пластификаторов

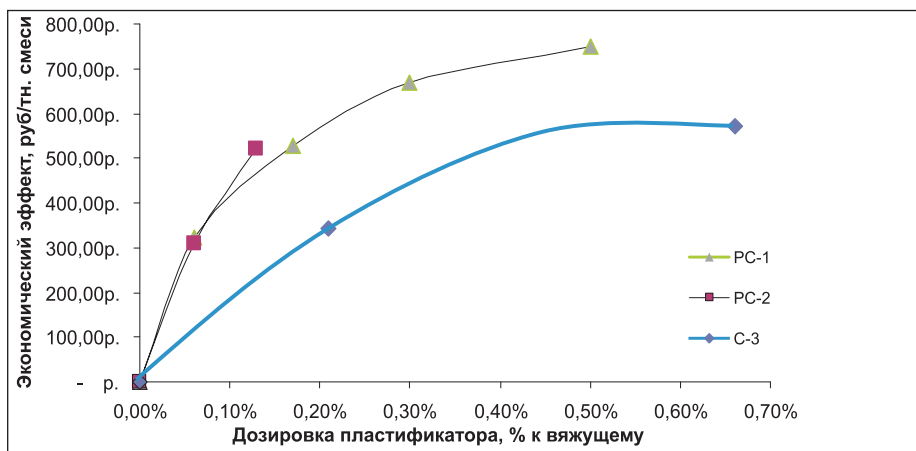


Рис. 5. Экономический эффект от применения пластификаторов

Но значительно больший интерес представляют данные в пересчете на стоимость введенных пластификаторов. То есть, интересно оценить стоимость увеличения подвижности смеси за счет применения различных пластификаторов. График, пересчитанный на стоимость пластификаторов приведен ниже.

Вывод, который можно сделать из изучения данного графика: не смотря на их высокую эффективность, применение поликарбоксилатных гиперпластификаторов существенно менее экономически эффективно для повышения подвижности бетонных смесей с заданным количеством портландцемента, по сравнению с применением экономичного С-3.

Рассмотрим теперь возможность снижения дозировки цемента при сохранении исходной подвижности раствора и водоцементного отношения за счет использования различных дозировок суперпластификаторов (Рис. 3).

Данная диаграмма показывает, что пластификатор PC-1 позволяет снизить дозировку цемента в полтора раза больше, чем это позволяют сделать и С-3 и PC-2. При этом, если дозировку С-3 дальше повышать нецелесообразно из-за негативного влияния на свойства бетона, то повышение дозировки PC-2 уже не позволяет получить связную подвижную смесь с меньшим количеством цемента.

В данном случае, так же интересно рассмотреть экономическую сторону вопроса. На Рис. 3. показана стоимость снижения дозировки цемента за счет различных пластификаторов.

Теперь, зная стоимость снижения дозировки цемента и цену цемента, мы можем посчитать экономический эффект от применения различных пластификаторов:

Данная диаграмма наглядно показывает, что применение поликарбоксилатного гиперпластификатора PC-1, который стоит в несколько раз дороже, чем С-3, позволяет получить положительный экономический эффект, который примерно на 180 рублей выше, чем в случае применения С-3.

Таким образом, основной вывод, который можно сделать из данного исследования:

При цене на портландцемент 5 500 рублей за тонну и выше, становится экономически целесообразным применение высокоэффективных поликарбоксилатных гиперпластификаторов, которые позволяют добиться существенно большей экономии цемента по сравнению с применением менее эффективных сульфатнафталиноформальдегидных суперпластификаторов. При этом, дополнительное снижение дозировки цемента положительно скажется на таких характеристиках бетона, как его усадочные деформации и ползучесть под нагрузкой.

Этот наш вывод подтверждается целым рядом производителей бетона, которые уже полностью перешли на применение поликарбоксилатных гиперпластификаторов и получили от этого дополнительную экономию, повысив при этом качество производимого бетона.