

2. **Матвеев В. П.** Реконструкція будівель і споруд / В. П. Матвеев, А. С. Файвусович, О. А. Чорних, Л. Л. Міхеєва // Луган. нац. аграр. ун-т. – Луганськ : Елтон-2, 2008. – 155 с.
3. ДСТУ Б А.1.1-27-94 Матеріали будівельні. Дефекти. Терміни та визначення. – К. : Держкоммістобудування, 1994. – 21 с.
4. СНиП II-26-76* Кровли. – М. : Стройиздат, – 1979. – 20 с.
5. Технология строительного производства / Под ред. О. О. Литвинова, Ю. И. Беякова. – К. : Вища шк., 1985. – 572 с.

УДК 691.328:691.327:666.972

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СМЕШИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ФИБРОБЕТОНА

К. К. Мирошниченко, к. т. н., доц.

Ключевые слова: смеситель, лопасть, расчет, фибробетон, дисперсная арматура, геометрическое моделирование

Постановка проблемы. В связи с повышенным интересом к дисперсно – армированным строительным композициям в последние годы остро стоит проблема получения качественного однородного фибробетона. В настоящее время на предприятиях стройиндустрии практически отсутствуют смесительные устройства для приготовления фибробетона с высокими свойствами. Мы на протяжении многих лет проводим исследования, направленные на повышение эффективности смешивания дисперсной арматуры с другими компонентами фиброармированной мелкозернистой бетонной смеси. С использованием методов геометрического моделирования нами были разработаны и усовершенствованы смесительные агрегаты, обеспечивающие высококачественное перемешивание компонентов фибробетона. В некоторых устройствах мы применяем лопасти сложной геометрической формы.

Анализ литературы. Проведенный анализ литературных и патентных источников по данному вопросу [1 – 7] показал, что применяемая технология нуждается в совершенствовании. Практически отсутствуют научные и практические основы проектирования технологии получения качественного фибробетона с высокими свойствами. В результате нередко случаи разрушения конструкций полов из фибробетона и подливки под оборудование.

Цель статьи. Разработка научных основ проектирования технологии приготовления фибробетона на основе моделирования формообразования рабочих органов бетоносмесителей, расчета их энергетических характеристик с целью повышения эффективности перемешивания и получения материала с высокими характеристиками.

Изложение материала. Для того чтобы провести смешивание, надо выполнить определенный объем работы. Работа, затраченная на перемешивание, определяется удельной энергией смешивания и временем приготовления. Удельная энергия смешивания определяется эффективной нагрузкой двигателя и массой смеси. Необходимо рассмотреть, какая энергия прилагается к составу смеси. Энергия движения лопасти смешивающего устройства оказывает влияние на работу подъема и ускорения компонентов, что, в свою очередь, приводит к относительным перемещениям внутри смеси.

В обыкновенных смешивающих устройствах материал бетона перемещается по поверхности стенок и днища емкости. Часть энергии затрачивается не на перемешивание рабочим органом смеси, а на трение, которое влечет за собой износ лопастей и днища.

Качество смеси или ее однородность напрямую зависят от способа перемешивания или вида рабочего органа-лопасти, а иногда, если емкость смесителя перемещается, то и ее формы.

С использованием методов геометрического моделирования нами были разработаны и усовершенствованы смесительные агрегаты, обеспечивающие высококачественное перемешивание компонентов фибробетона. В некоторых устройствах мы применяем лопасти сложной геометрической формы или лопасти, формообразование которых состоит из нескольких относительно простых кривых поверхностей.

В результате проведенных нами ранее экспериментов по исследованию процессов перемешивания фиброармированных строительных композиций было установлено, что при большом заглублении плоской по форме лопасти в фибробетонную смесь и произвольном

расположении ее в пространстве во время перемешивания смесь перемещается по плоскости лопасти в сторону наименьшего сопротивления (рис. 1).

Установлены зависимости между углами установки лопасти и определены направления линии скольжения смеси по лопасти.

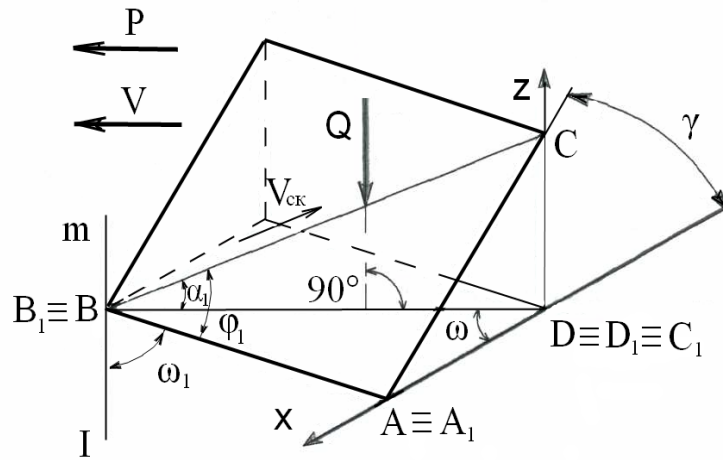


Рис. 1. Расчетная схема для определения энергетических характеристик при движении фибробетонной смеси по лопасти в виде пластины

В данной работе мы рассмотрим лопасти более сложной геометрической формы.

Так, на рисунке 2 изображена уже лопасть, поверхность которой образована движением прямой образующей по двум кривым направляющим (это цилиндрическая поверхность). Для определения эффективности лопасти и выполнения расчетов энергетических характеристик предлагаем кривую поверхность этой лопасти заменить на многогранную (т. е. упростим ее). Как видно из рисунка 3, одна половина лопасти поделена на три плоские части. Причем плоскости $ABCD$ (№ 1) и $MSFG$ (№ 2) имеют одинаковый вид, площадь и углы наклона к средней плоскости $RTUE$ (№ 3), только наклонены в разные стороны. На рисунке видны направления скольжения смеси по каждой из трех частей одной из упрощенных половинок лопасти, которая вогнута по направлению движения.

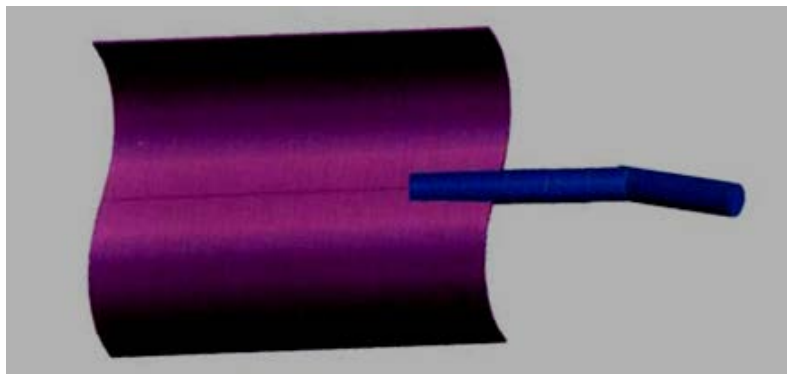


Рис. 2. Лопасть в виде кривой поверхности

Зная углы наклона каждого упрощенного участка в виде наклонных плоскостей, можно гораздо проще производить расчеты. Сама форма уже подсказывает, что потоки смеси, попадающие под воздействие плоских участков № 1 и № 3, будут в основном направлены навстречу друг другу и на участок № 2. Смесь же, находящаяся перед этим участком, будет наслаиваться на потоки от 1-го и 3-го. Таким образом скольжение фибробетонной смеси по 1-му и 3-му участкам будет происходить с минимальными затратами энергии двигателя в отличие от 2-го участка, перед которым, собственно, и происходит взаимное перемешивание (внедрение) компонентов смеси. Это будет зона интенсивного перемешивания. Вторая половина кривой поверхности лопасти изогнута зеркально по отношению к первой половине,

поэтому смесь при соприкосновении с ней расходится в стороны на плоскости № 4 и № 6 от центрального (№ 5) участка этой половины, который в данном случае будет исполнять роль буфера. На схеме этот участок располагается почти фронтально (линия пересечения плоскости с Π_1 будет перпендикулярна к вектору движения).

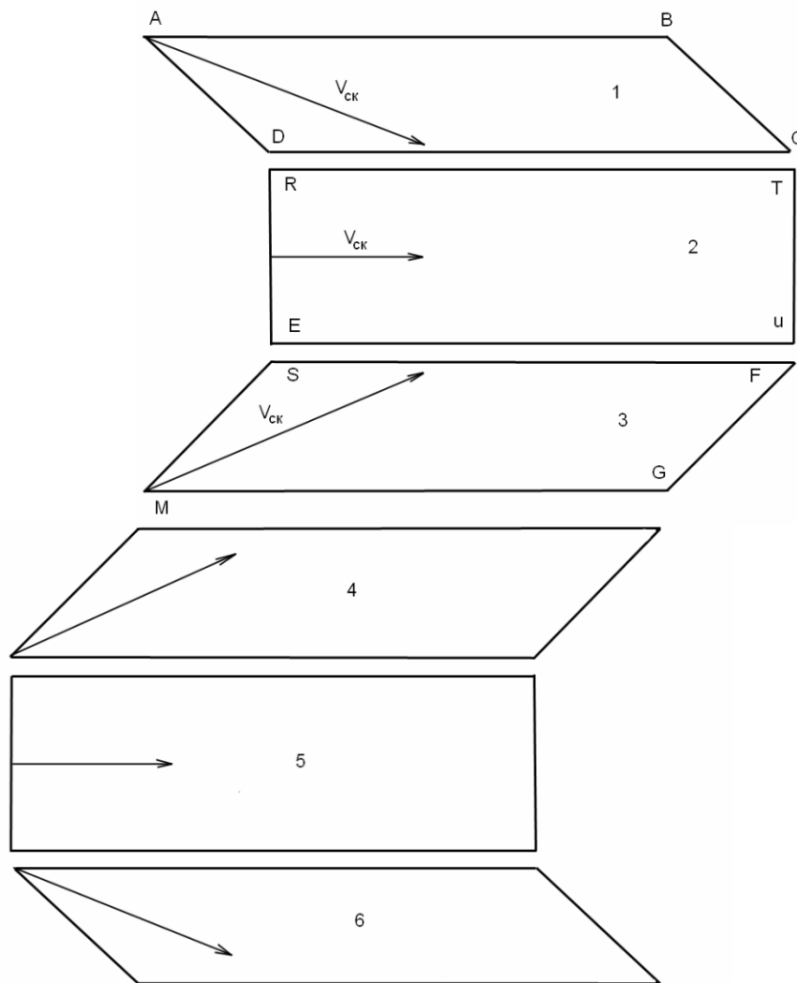


Рис. 3. Расчетная схема для всей лопасти, расположенной против вектора движения (вогнутая часть лопасти: ABCD-(№ 1), MSFG-(№ 2), RTUE-(№ 3))

Здесь следует отметить, что половина смеси, попадающей под воздействие участка № 5, направляется в центральную углубленную область первой вогнутой половины, где и смешивается с потоками от воздействия плоскостей № 1, 3 и 4. Вторая же часть смеси от плоскости № 5 наслаивается на потоки от плоскости № 6. То есть, как видно из вышеизложенного, большая часть нагрузки от взаимодействия со смесью будет восприниматься вогнутой половинкой, поэтому и крепление лопасти с ее держателем должно быть немного смещено от центра (места соединения половинок) в сторону вогнутой части лопасти. Кроме этого, при другом расположении лопасти (если поменять местами половинки), необходимо учитывать, что ближе к стенке емкости может находиться и выпуклая часть, а ближе к центральному валу-вогнутая. Другими словами, надо учитывать момент сопротивления центральных участков двух видов половинок.

Теперь определим давление набегающих потоков на каждый участок лопасти:

$$P_{дин} = F_{sin\alpha} \frac{v^2 \gamma}{g}, \quad (1)$$

где v – средняя скорость движения участка лопасти;

g – ускорение свободного падения;

γ – объемная масса смеси.

Каждая из плоскостей $ABCD$ (№ 1) и $MRTU$ (№ 3) вогнутой половины лопасти расположена под углом $(90^\circ + \omega)$ к направлению движения и находится в непосредственной близости к массе фибробетона. Поэтому усилие, действующее на каждую из них, можно найти так:

$$P = \frac{\sin \alpha + f \cos \gamma}{\cos \alpha - f \sin \alpha} Q, \quad (2)$$

где Q – вес поднимаемой смеси;

f – коэффициент трения фибробетонной смеси по стали.

α – угол между траекторией скольжения смеси и ее проекцией на Π_1 .

γ – угол наклона лопасти к горизонтальной плоскости.

Коэффициент же полезного действия каждой из плоскостей, № 1 и 3, будет равен:

$$\eta = \frac{Qv \sin \alpha}{Pv \cos \alpha} = \frac{\operatorname{tg}(\cos \alpha - f \sin \alpha)}{\sin \alpha + f \cos \gamma}, \quad (3)$$

где v – скорость движения (скольжения) фибробетонной смеси по лопасти,

или

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)}, \quad (4)$$

где ρ – угол внутреннего трения фибробетонной смеси.

Коэффициент полезного действия плоскости $MSFG$ - (№ 2) лопасти равен:

$$\eta = \frac{Qv \sin \gamma}{Pv \cos \gamma} = \frac{\operatorname{tg}(\cos \gamma - f \sin \gamma)}{\sin \gamma + f \cos \gamma}, \quad (5)$$

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho)}. \quad (6)$$

Ведь у этой плоскости угол $\omega = 0$, а $\alpha = \gamma$.

Если же рассмотреть ситуацию этой половины лопасти в целом, то суммарное усилие можно найти так:

$$P = 2\left(\frac{\sin \alpha + f \cos \gamma}{\cos \alpha - f \sin \alpha} Q\right) + \frac{\sin \gamma + f \cos \gamma}{\cos \gamma - f \sin \gamma} Q. \quad (7)$$

Коэффициент полезного действия всех условных плоскостей (№ 1, 2 и 3) $\frac{1}{2}$ лопасти равен:

$$\eta = 2\left(\frac{\operatorname{tg}(\cos \alpha - f \sin \alpha)}{\sin \alpha + f \cos \gamma}\right) + \frac{\operatorname{tg}(\cos \gamma - f \sin \gamma)}{\sin \gamma + f \cos \gamma}, \quad (8)$$

или

$$\eta = 2\left(\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)}\right) + \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho)}. \quad (9)$$

Учитывая то, что вся кривая поверхность лопасти разбита на 6 условных плоскостей (участков), общее суммарное усилие, воспринимаемое лопастью, будет равно:

$$P = 4\left(\frac{\sin \alpha + f \cos \gamma}{\cos \alpha - f \sin \alpha} Q\right) + 2\left(\frac{\sin \gamma + f \cos \gamma}{\cos \gamma - f \sin \gamma} Q\right) \quad (10)$$

А коэффициент полезного действия всей лопасти равен:

$$\eta = 4\left(\frac{\operatorname{tg}(\cos \alpha - f \sin \alpha)}{\sin \alpha + f \cos \gamma}\right) + 2\left(\frac{\operatorname{tg}(\cos \gamma - f \sin \gamma)}{\sin \gamma + f \cos \gamma}\right), \quad (11)$$

или

$$\eta = 4\left(\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)}\right) + 2\left(\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho)}\right). \quad (12)$$

На рисунке 4 изображена схема $\frac{1}{2}$ части лопасти, расположенной под углом к направлению движения.

В этом случае участок № 1 с таким углом резания будет воспринимать минимальное лобовое сопротивление смеси, чего не скажешь об участках № 1 и № 2. Сами же расчеты воспринимаемых усилий и КПД необходимо производить с реальными углами скольжения и наклона конкретных упрощенных участков лопасти.

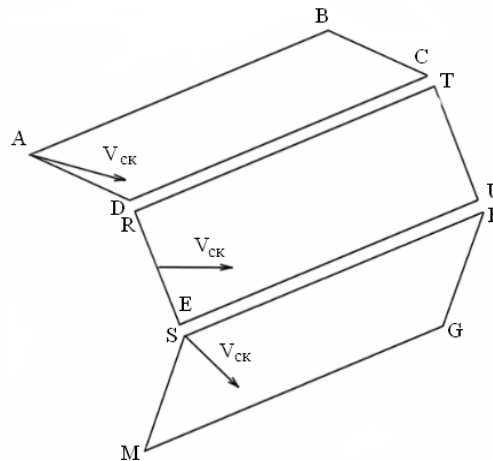


Рис. 4. Расчетная схема для лопасти, расположенной под углом к направлению скольжения

Выводы. Таким образом, проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили обосновать метод оценки энергетической эффективности технологических приемов получения однородных высококачественных фиброармированных строительных композиций путем определения минимального усилия, действующего на лопасть и ее КПД.

При разработке (конструировании) лопастей сложной геометрической формы для обеспечения высококачественного перемешивания компонентов мелкозернистого фибробетона при минимальных энергетических затратах необходимо определить (установить для каждого упрощенного участка в виде плоскости) оптимальные углы скольжения – наименьшего сопротивления смеси движению лопасти.

Проведенные исследования подтверждают мнение других авторов [1; 2; 6], что энергоемкость полученной продукции и мощность, потребляемая смесительным агрегатом, напрямую зависят от КПД конкретного вида лопасти.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Королев К. М.** Эффективность приготовления бетонных смесей // Механизация строительства. – 2003. – № 6. – С. 7 – 8.
2. **Пулин В. П.** Повышение энергетической эффективности бетоносмесителей циклического действия / Дисс. канд. техн. наук. – Д. : ДИСИ, 1984. – 176 с.
3. **Пухаренко Ю. В.** Научные и практические основы формирования структуры и свойств фибробетонов / Дисс. докт. техн. наук. – СПб : С-ПГА-СУ, 2004. – 315 с.
4. **Кромская Н. Ф.** Исследование смесителя для приготовления дисперсно армированных бетонных смесей / Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Ленинград : ЛПИ, 1981. – 18 с.
5. **Дирк Хойер** Смешивание бетона и состояние техники // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Ялта, 2010. – С. 38 – 43.

УДК 624.131

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЖИДАЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ШАХТ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

*А. В. Яворский**, к. т. н., доц.

**Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»*

Ключевые слова: охраняемые объекты, функция оседаний, «наносы – карбон», земная поверхность, напряженно-деформированное состояние, наклоны, кривизна

Введение. Поиск и реализация оптимального варианта технологии подземной разработки угольного месторождения, при котором наносится наименьший ущерб природе и охраняемым объектам при обеспечении необходимого уровня добычи, должны осуществляться на основе