

УДК 625.08

А. Г. ВОДОЛАЖЧЕНКО, П. В. БАГРИЙ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СУШИЛЬНЫХ БАРАБАНОВ АСФАЛЬТОСМЕСИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

В работе представлены результаты анализа параметров существующих сушильных барабанов, применяемых на асфальтосмесительных установках. На основании проведенного анализа были получены зависимости геометрических параметров сушильных барабанов от производительности.

установка асфальтосмесительная, барабан сушильный, аппроксимация, коэффициент детерминации

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

При проектировании новых сушильных барабанов, а также при модернизации существующих асфальтосмесительных установок возникает необходимость предварительного определения геометрических параметров сушильного барабана в зависимости от требуемой производительности.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросу определения геометрических параметров сушильных барабанов, применяемых на асфальтосмесительных установках уделялось большое внимание [1, 2, 3]. Однако представленные методики расчета основываются на тепловых расчетах и требуют больших затрат времени. Такие методики применимы для уточненных расчетов и не позволяют быстро и с достаточной точностью определить геометрические параметры сушильного барабана на этапе предварительного расчета.

ЦЕЛИ

Целью данной работы является получение зависимостей эмпирического характера для определения геометрических параметров сушильного барабана асфальтосмесительной установки в зависимости от заданной производительности. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач: сбор статистической информации о геометрических параметрах сушильных барабанов, используемых на существующих асфальтосмесительных установках; обработка статистической информации и установление функциональных зависимостей между производительностью и геометрическими параметрами сушильных барабанов.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Сушильные барабаны, входящие в состав асфальтосмесительных установок (АСУ), служат для просушивания и нагрева до рабочей температуры каменных материалов (песка и щебня) [1, 3].

К геометрическим параметрам сушильного барабана относятся:

- внутренний диаметр D_b ;
- длина барабана L_b ;
- внутренний объем V_b .

Была собрана информация об асфальтосмесительных установках ведущих производителей Украины, Российской Федерации, стран дальнего зарубежья [3, 4, 5, 6].

На основании собранных данных построены аппроксимирующие зависимости:

– диаметра сушильного барабана от производительности:

$$D_6 = f(\Pi),$$

– внутреннего объема сушильного барабана от производительности:

$$V_6 = f(\Pi).$$

В качестве аппроксимирующих функций использовались [7]:

– степенная функция вида:

$$y = k x^\alpha, \tag{1}$$

– полином первого порядка:

$$y = k x + b, \tag{2}$$

– полином второго порядка:

$$y = a x^2 + b x + c, \tag{3}$$

– логарифмическая функция:

$$y = a \ln x + b. \tag{4}$$

При этом достоверность аппроксимации оценивалась коэффициентом R^2 .

Величина R^2 называется коэффициентом детерминации и определяется выражением [7]:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2}, \tag{5}$$

где y – значение аппроксимирующей функции;

Y – статистические данные.

Чем ближе значение R^2 к единице, тем более точно выбранная функция аппроксимирует исследуемые данные. Результаты аппроксимации представлены в таблице.

В каждом из рассмотренных случаев коэффициент R^2 находился в пределах от 0,96 до 1,00, что говорит о весьма высокой достоверности аппроксимации.

Таблица – Аппроксимирующие зависимости геометрических параметров сушильных барабанов

Производитель	Диаметр барабана, м		Объем барабана, м ³	
	Уравнение	Коэф. детерминации R^2	Уравнение	Коэф. детерминации R^2
«Кредмаш»	$D_6 = 0,249\Pi^{0,4261}$	0,9922	$V_6 = 0,2248\Pi - 4,2471$	0,9992
«Самарская Лука»	$D_6 = 0,2614\Pi^{0,418}$	0,9978	$V_6 = 0,1986\Pi - 1,1979$	0,9995
«Маркер»	$D_6 = 0,6078\ln(\Pi) - 1,1347$	0,965	$V_6 = 0,1197\Pi + 2,7799$	0,9695
AMMANN	$D_6 = 0,4161\Pi^{0,3238}$	0,971	$V_6 = -5 \cdot 10^{-5}\Pi^2 + 0,1984\Pi - 1,5275$	0,9941
BERNARDI	$D_6 = 0,1634\Pi^{0,4872}$	0,9999	$V_6 = 0,0001\Pi^2 + 0,1356\Pi - 0,9978$	0,9989
INTRAME	$D_6 = 0,3321\Pi^{0,3621}$	0,9893	$V_6 = 0,1833\Pi - 0,2894$	0,9962
ÇESAN	$D_6 = 0,5464\ln(\Pi) - 0,65$	0,9613	$V_6 = 19,714\ln(\Pi) - 68,206$	0,9847
SPECO Ltd	$D_6 = 0,2813\Pi^{0,4022}$	0,9592	$V_6 = 0,2077\Pi - 2,8259$	0,9881
HUATONG	$D_6 = 0,7626\ln(\Pi) - 1,604$	0,9726	$V_6 = 19,718\ln(\Pi) - 67,925$	0,9696
Ca-Long	$D_6 = 0,2771\Pi^{0,4038}$	0,997	$V_6 = 0,0774\Pi^{1,1921}$	0,9899
Tianjin FuWo	$D_6 = -2 \cdot 10^{-6}\Pi^2 + 0,0085\Pi + 0,8409$	0,9973	$V_6 = 0,236\Pi - 6,4363$	0,9661

*Примечание: Π – производительность асфальтосмесительной установки, т/ч.

Полученные аппроксимирующие функции использовались для экстраполяции геометрических параметров сушильных барабанов при значениях производительности, выходящих за пределы, указанные различными производителями.

Были определены значения диаметра и внутреннего объема сушильных барабанов в диапазоне изменения производительности от 25 до 425 т/ч с шагом 25 т/ч. Результаты расчетов представлены на рисунках 1 и 2.

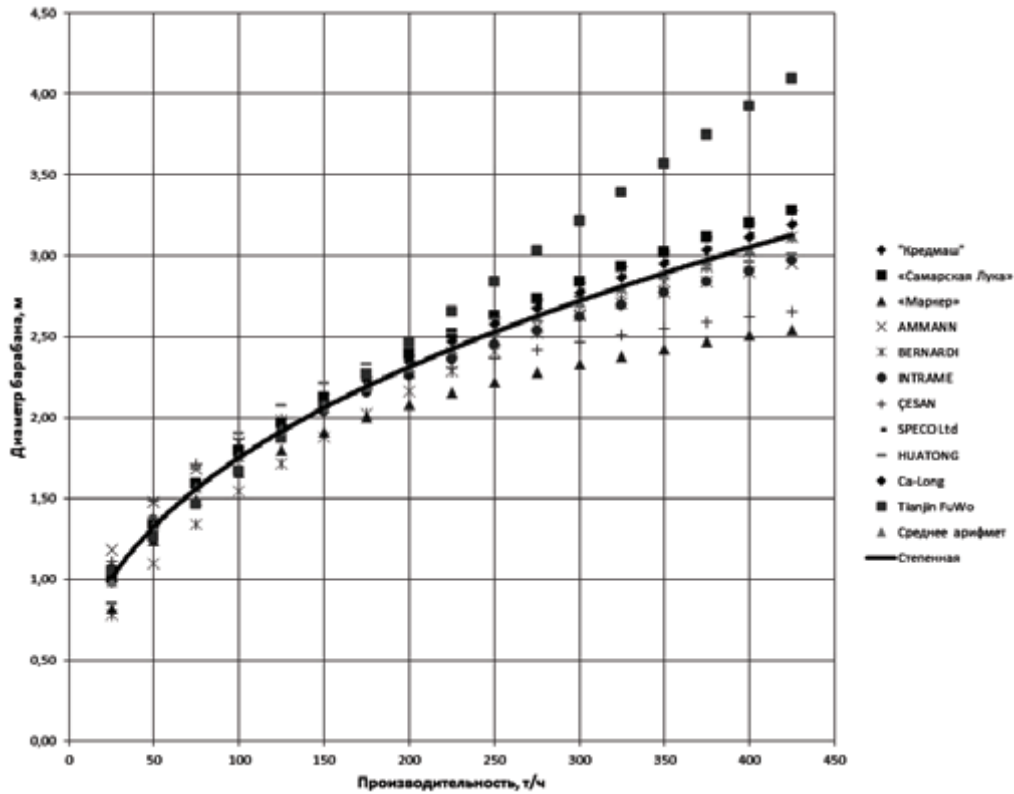


Рисунок 1 – Графики зависимости диаметра сушильного барабана от производительности.

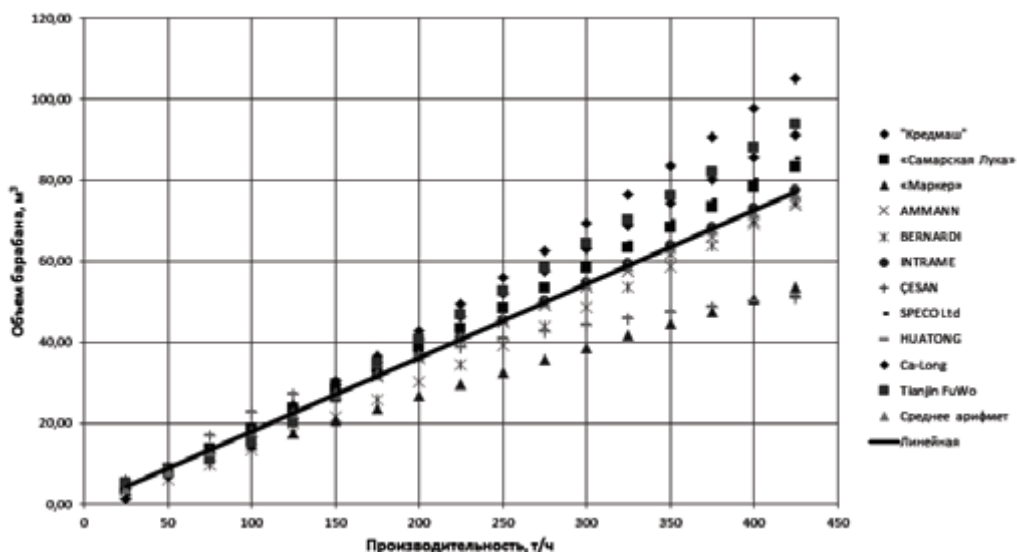


Рисунок 2 – Графики зависимости объема сушильного барабана от производительности.

Для обобщения полученных данных определялись средние арифметические значения диаметров и объемов при каждом значении производительности:

$$x_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (6)$$

Затем определялась дисперсия, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации. Дисперсия статистического распределения:

$$D = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2. \quad (7)$$

Среднее квадратичное отклонение:

$$\sigma = \sqrt{D}. \quad (8)$$

Коэффициент вариации, который характеризует рассеивание статистического распределения, можно определить по формуле:

$$v = \frac{\sigma}{x_{cp}} 100 \%. \quad (9)$$

Если коэффициент вариации меньше 10 %, то изменчивость считается незначительной, 10...20 % – средней, более 20 % – значительной.

Полученные значения коэффициента вариации находились в основном в пределах от 10 до 20 %, что свидетельствует о средней величине изменчивости.

Для средних значений диаметров и объемов сушильных барабанов также были получены аппроксимирующие функции и построены соответствующие линии тренда при помощи программы MS Excel (рисунок 1, 2).

В результате проведенных исследований были получены уравнения зависимости диаметра и внутреннего объема сушильного барабана от производительности:

$$D_{\sigma} = 0,2769\Pi^{0,4006}, \text{ м}, \quad (10)$$

$$V_{\sigma} = 0,1815\Pi - 0,1191, \text{ м}, \quad (11)$$

где Π – производительность асфальтосмесительной установки, т/ч.

Длину сушильного барабана можно определить по формуле:

$$L_{\sigma} = \frac{4V_{\sigma}}{\pi D_{\sigma}^2}. \quad (12)$$

ВЫВОДЫ

Полученные результаты исследований можно использовать для предварительного определения геометрических параметров сушильных барабанов при проектировании новых асфальтосмесительных установок, а также для подбора сушильных барабанов для работы в составе асфальтосмесительных установок при модернизации последних.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорожные машины. Ч. II. Машины для устройства дорожных покрытий [Текст] / К. А. Артемьев, Т. В. Алексеева, В. Г. Белокрылов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1982. – 396 с.
2. Машины для строительства и содержания дорог и аэродромов [Текст] : учебник для вузов по спец. «Автомобильные дороги» и «Строительство аэродромов» / под общ. ред. А. З. Шарца. – М. : Машиностроение, 1985. – 336 с.
3. Дорожно-строительные машины и комплексы [Текст] : учебник для вузов по спец. «Строительные и дорожные машины и оборудование» / В. И. Баловнев, А. Б. Ермилов, А. Н. Новиков [и др.] ; Под общ. ред. В. И. Баловнева. М. : Машиностроение, 1988. – 38 с.
4. Эффективная эксплуатация строительных машин в условиях Донбасса [Текст] : справочное пособие / Под общей редакцией В. А. Пенчука. – Донецк : Ноулидж, Донецкое отделение, 2012. – 786 с.
5. Технологические машины и комплексы в дорожном строительстве (производственная и техническая эксплуатация) [Текст] : учебное пособие / В. Б. Пермяков, В. И. Иванов, С. В. Мельник [и др.] ; Под общ. редакцией В. Б. Пермякова. – Омск : СибАДИ, 2007. – 440 с.

6. Бургонутдинов, А. М. Машины для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог [Текст]. Ч. 4 : Асфальтобетонные и цементобетонные заводы : учеб. пособие / А. М. Бургонутдинов, В. С. Юшков. – Пермь : изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 170 с.
7. Носач, В. В. Решение задач аппроксимации с помощью персональных компьютеров [Текст] / В. В. Носач. – М. : МИКАП, 1994. – 382 с.

Получено 24.10.2016

О. Г. ВОДОЛАЖЧЕНКО, П. В. БАГРИЙ
АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СУШИЛЬНИХ
БАРАБАНІВ АСФАЛЬТОЗМІШУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ВІД
ПРОДУКТИВНОСТІ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У роботі наведені результати аналізу параметрів існуючих сушильних барабанів, які використовуються на асфальтозмішувальних установках. На основі проведеного аналізу були отримані залежності геометричних параметрів сушильних барабанів від продуктивності.

установка асфальтозмішувальна, барабан сушильний, апроксимація, коефіцієнт детермінації

ALEKSANDR VODOLAZHCENKO, PAVEL BAGRIY
ANALYSIS OF DEPENDENCE OF GEOMETRIC PARAMETERS OF THE DRYING
DRUMS OF ASPHALT MIXING PLANTS FROM CAPACITY
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In this article presents the results of the analysis of parameters of the existing drying drums used in the asphalt mixing plants. Based on this analysis were obtained dependence of the geometrical parameters of the drying drums from capacity.

asphalt-mixing plant, drying drum, approximation, r-squared

Водолажченко Олександр Григорович – старший викладач кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, технологічних машин і обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: машини та обладнання для будівництва, утримання і ремонту автомобільних доріг.

Багрий Павло Вадимович – магістрант кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, технологічних машин і обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: машини та обладнання для будівництва, утримання і ремонту автомобільних доріг.

Водолажченко Александр Григорьевич – старший преподаватель кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: машины и оборудование для строительства, содержания и ремонта автомобильных дорог.

Багрий Павел Вадимович – магистрант кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: машины и оборудование для строительства, содержания и ремонта автомобильных дорог.

Vodolazhchenko Aleksandr – is a senior lecturer at Technical Operation and Service of Cars, Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: machines and equipment for building, maintenance and repair of roads.

Bagriy Pavel – Master's Degree student at Technical Operation and Service of Cars, Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: machines and equipment for building, maintenance and repair of roads.