

В результате можно сделать следующие выводы:

1. В нормах на проектирование и строительство зданий и сооружений отмечается ужесточение требований к ограждающим конструкциям как у нас в стране, так и за рубежом.
2. Теплопотери через окна в большинстве случаев составляют большую долю теплопотерь через ограждающие конструкции зданий.
3. Теплопотери через оконные откосы и их тепловой режим определяются конструкцией и расположением оконного переплета по отношению к продольной оси стены храма.
4. Теплопотери через оконные откосы составляют значительную долю потерь тепла за счет нарушения однородности температурного поля в ограждающих конструкциях.
5. При установке оконных блоков следует определять их рациональное положение с точки зрения уменьшения теплопотерь, минимизации ширины плоскости возможной конденсации на поверхности откосов или ее исключения.

#### Список литературы

1. Сальмонович П. Прикладная термодинамика или закон Ньютона о теплопроводности в приложении к строительному искусству. – СПб., Издание Института гражданских инженеров, 1892. – 408 с.
2. Копылов К.П. Теплопередача окон жилых зданий повышенной этажности. Дис. на соиск. уч. ст. к. т. н. – М.: Московский научно-исслед. и проектный ин-т типового и эксперимент. проектирования, 1970. – 184 с.
3. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.
4. Мачинский В.Д. Теория активной теплоемкости жилых зданий. – М.: Изд. Глав. управления коммунального хозяйства НКВД, 1925. – 52 с.
5. Мачинский В.Д. Теплотехнические основы гражданского строительства. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.-Л., Госстройиздат, 1932. – 312 с.
6. Брилинг Р.Е. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций и материалов. – М., Госстройиздат, 1948. – 102 с.
7. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): учебник для вузов. – 2-е, изд. перераб. и доп. – М., Высшая школа, 1982. – 415 с.

8. Шмидт Э. Нормы Германского объединения индустрии Шмидт Э. Нормы Германского объединения индустрии центрального отопления: пер. с нем. Я.С. Лаздан. – М.-Л., Гос. научно-технич. изд-во, 1931. – 52 с.
9. Павловский А.К. Курсь отопления и вентиляции. Ч. 2. Центральные системы отопления. Вентиляция. – СПб.: Строитель, 1907. – 440с.
10. Тепловой режим и долговечность зданий / Сб. трудов. Научно-исслед. ин-т строит. физики; под ред. С.В. Александровского. – М.: НИИСФ, 1987. – 133 с.
11. Богуславский Л.Д. Снижение расхода энергии при работе систем отопления и вентиляции. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1985. – 336 с. (Экономия топлива и электроэнергии).
12. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление: учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1991. – 735 с.
13. Кочев А.Г., Микроклимат православных храмов: монография. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2004. – 448 с.
14. Кочев А.Г., Сергиенко А.С. Решение задачи по расчету температурных полей оконных откосов уникальных зданий // Известия вузов. Строительство. – 2001. – № 11. – С. 84–90.
15. СТО 00044807-001-2006 Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. – М.: РОИС, 2006. – 88 с.

### К ВОПРОСУ О ТЕПЛООБМЕНЕ В ДИФFUЗОРАХ С ПРОНИЦАЕМОЙ НАГРЕТОЙ СТЕНКОЙ ОБТЕКАЕМОЙ ПОТОКОМ ВОЗДУХА

Никитин П.В., Хащенко А.А.,  
Стародубцева Г.П.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: haa-08@mail.ru

Сложная конфигурация потоков газов, возникающая при обтекании поверхностей энергетических устройств, используемых для получения электроэнергии в системах АПК, требует определение влияния градиента давления на теплообмен в этих условиях. Опубликованные результаты исследований в области высоких температур малочисленны.

При рассмотрении теплообмена в представлении двухслойной модели турбулентного пограничного слоя на обтекаемой поверхности переменного сечения получается [1, 2] выражение для определения относительных коэффициентов теплообмена

$$\Psi = \frac{St}{St_0} = \frac{(\sqrt{\Psi} + 1) Re^{**0,25} Pr^{0,75} \ln \left[ \Psi - (\Psi - 1) St \cdot Pr \cdot Re^{**0,36} \left( \frac{\delta^{**}}{\delta_{кр}} \right)^{0,28} \left( -f_{кр}/2 \right)^{-0,64} \right]}{1,73 (\sqrt{\Psi} - 1) (1 - b/b_{кр})^2 \left[ Re^{**0,27*} \left( \frac{\delta}{\delta_{кр}} \right)^{-0,54} \left( -f_{кр}/2 \right)^{0,27} - 1 \right]}, \quad (1)$$

в зависимости от числа Рейнольдса  $Re^{**}$ , построенного по  $\delta^{**}$  – толщине потери импульса, параметров неизотермичности  $\Psi = T_w/T_0$  и градиента давления  $f = \left( \frac{\delta^{**}}{u_0} \right) \left( \frac{du_0}{dx} \right)$ . Зависимость критического значения параметра градиента давления от неизотермичности принято в виде

$$\begin{aligned} f_{кр}/f_{кр0} &= 1/\Psi, \quad \Psi > 1; \\ f_{кр}/f_{кр0} &= \Psi^{-0,8}, \quad \Psi < 1, \end{aligned}$$

где в изотермических условиях  $f_{кр0} = -0,01$ .

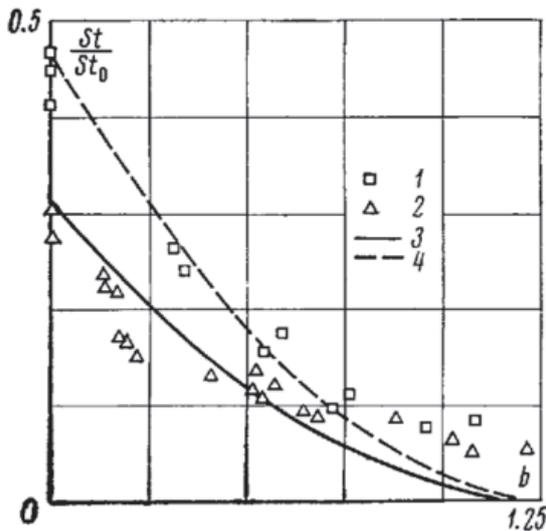
Экспериментальное исследование теплообмена в коническом диффузоре проводилось на аэродинамическом стенде с индукционным нагревом графитовых каналов, описание которого даётся в работах [2, 3, 4, 5]. Опытный участок представлял собой осесимметричный диффузор с углом раскрытия  $8^\circ$ , входным внутренним диаметром 24 мм, длиной 130 мм и толщиной стенки 8 мм. Графитовая стенка канала разогревалась до температур  $T_w = 1800 - 2000^\circ\text{K}$ . В качестве основного потока использовался воздух с температурой  $T_0 = 290^\circ\text{K}$ . Массовая скорость на входе в канал составляла  $\rho_{01} u_{01} = 103 - 161 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . Профилированный вход в канал со степенью су-

жения 25:1 обеспечивал равномерный профиль скоростей на входе в диффузор. Измерение скорости в ядре потока проводилось охлаждаемым комбинированным насадком Прандтля.

Методика проведения опытов аналогична изложенной в работах [2, 3, 4]. Для исключения возможного выгорания поверхности рабочего участка во время разогрева и по окончании опыта в канал подавался инертный газ. Продолжительность опытов изменялась от 45 с до 180 с. После опыта канал разрезался на секции по 10 мм. Толщина унесённого слоя, по которой рассчитывалась локальная интенсивность химической эрозии  $j_c$ , измерялась на компараторе.

Экспериментальное значение диффузионного числа Стентона определялось по измеренным величинам интенсивности выгорания и локальным значениям скорости в ядре потока  $St = j_c / (\rho_0 u_0 b_{lc})$ , где параметр проницаемости  $b_{lc} = 0,173$  характеризует интенсивность химической эрозии графита в потоке воздуха [1, 2].

Сначала были проведены опыты по исследованию неизотермичности на теплообмен в потоке с положительным градиентом давления. В этих условиях стенка диффузора выполнялась из плотного графита ( $\rho_c = 1860 \text{ кг/м}^2$ ). Число Рейнольдса, по параметрам на входе в диффузор,  $Re_{01} = (1,5 - 2,4) \cdot 10^5$ . При этом параметр градиента давления соответствовал от  $f = -2,3 \cdot 10^{-4}$  до  $f = -1,3 \cdot 10^{-4}$  и при значении фактора неизотермичности  $\psi = 7,5$  не превышал критического значения ( $f_{кр} = -1,3 \cdot 10^{-4}$ ) для области отрыва пограничного слоя.



Тепломассообмен в диффузорах при однородном вдуве через стенку

На следующем этапе исследовалось влияние вдува азота на тепломассообмен при градиентном течении в таких же температурных условиях ( $\psi = 7,5$ ). В этом случае диффузор выполнялся из пористого графита (пористостью 50%). Опыты проводились при постоянной ско-

рости воздушного потока на входе в диффузор ( $Re_{01} \approx 1,9 \cdot 10^5$ ). Через выгорающую пористую стенку в пограничный слой вдувался азот. Поток вдуваемого газа по длине поверхности можно считать постоянным  $j_g = \text{const}$ , так как изменение статического давления по длине канала составляло порядка 0,01 атм, в то время как перепад давления по толщине стенки от 3 до 5 атм в зависимости от интенсивности вдува.

Величина относительного массового потока вдуваемого газа в опытах изменялась от  $1,22 \cdot 10^{-3}$  до  $4,05 \cdot 10^{-3}$ . С увеличением вдува вследствие роста толщины вытеснения градиент давления снижался (значение формпараметра уменьшалось до  $f = -2,4 \cdot 10^{-5}$ ).

Результаты опытов в форме зависимости относительного коэффициента  $\Psi = \Psi_b \Psi_T = St/St_0$  тепломассообмена от параметра вдува газа  $b = j/(\rho_0 u_0 St_0)$  приведены на рисунке (точки 1). Данные приведены для сравнительно узкого диапазона диффузионного числа Рейнольдса  $Re_{01}^* = 500 - 800$ . При обработке опытов экспериментальные значения диффузионного числа Стентона относились к рассчитанным для обтекания безградиентным потоком непроницаемой поверхности в квазиизотермических условиях

$$St_0 = 0,0128 Re^{**0,25} Sc^{-0,75} (\mu_w/\mu_0)^{0,25} \quad (2)$$

Для сравнения на этом же рисунке приведены результаты опытов, полученные в начальном участке пористой трубы в условиях такой же неизотермичности (точки 2). Опытные данные сопоставляются также с расчётами по формуле (1), показанный сплошной линией 3, а также для условий обтекания при отсутствии продольного градиента давления (линия 4) [2]. Видно, что в области малых вдувов относительное число Стентона в диффузоре выше, чем в трубе. Это объясняется более слабым влиянием неизотермичности на тепломассообмен в потоке с положительным градиентом давления. Как было указано выше, с увеличением вдува градиент давления уменьшался, поэтому при интенсивных вдувах экспериментальные данные для течения в диффузоре и трубе практически совпадают.

#### Список литературы

1. Кутателадзе С.С., Леонтьев, А.И. Тепломассообмен и трение в турбулентном пограничном слое. – М.: Энергия, 1972. – 342 с.
2. Волчков Э.П., Никитин П.В. Турбулентный пограничный слой с положительным градиентом давления на проницаемой поверхности в неизотермических условиях // Механика жидкости и газа. – 1976. – № 4. – С. 43–49.
3. Никитин П.В., Хащенко А.А., Стародубцева Г.П. Термогазодинамические эффекты, влияющие на тепломассообмен на пористой поверхности. // Сб. трудов III Международной научно – практической конференции: Моделирование производственных процессов и развития информационных систем. – Ставрополь: Бюро Новостей. – 2012. – С. 204–207.
4. Никитин П.В., Хащенко А.А., Стародубцева Г.П. Влияние существенной неизотермичности на тепломассообмен в пристенной затопленной струе воздуха // Вестник АПК Ставрополья. – 2012. – № 4(8), – С. 65–68.

5. Никитин П.В., Хашенко А.А., Стародубцева Г.П. Турбулентный теплообмен в пристенной струе воздуха // Политематический сетевой электронный Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 83(09). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/26.pdf>.

### РАЗДЕЛЕНИЕ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ ПО КОДУ ЦВЕТОВОЙ ГАММЫ

Петунина И.А., Котелевская Е.А.

*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, e-mail: petunina.ia 60 @ mail.ru*

Производство семенной кукурузы в техническом отношении является сложным и дорогостоящим процессом, так как большая доля работ выполняется вручную. Оно является первичным по отношению к производству продовольственной и фуражной кукурузы и техническое обеспечение его должно быть приоритетным. Однако в реальности ситуация носит обратный характер.

Технологический процесс уборки селекционных делянок состоит из ряда циклов: движения под нагрузкой; остановки (с целью очистки рабочих органов от зерна на холостом ходу); выгрузки урожая. В связи с этим процесс обмолота протекает в условиях прерывистой подачи. Уборку селекционных посевов осуществляют специальными комбайнами, так как обычные зерноуборочные комбайны не приспособлены к ударным нагрузкам, возникающим при обмолоте початков. Поэтому есть необходимость в создании технических средств послеуборочной обработки початков кукурузы обеспечивающих сохранность селекционного и семенного материала, полностью отвечающего исходным требованиям.

В промышленных серийно выпускаемых машинах для уборки и послеуборочной обработки початков кукурузы, конструкции которых не претерпели принципиальных изменений за последние годы, используется пассивный способ съема оберток. Это приводит к увеличению пути и времени обработки каждого початка, способствует повреждению на стадии уборки и последующей очистки как початков в целом, так и зерновок, снижая посевные качества последних. В итоге после сбора урожая в ворохе початков кукурузы от 30 до 70 процентов очищенных початков. На последующую доработку вороха затрачивается столько же трудовых затрат сколько и на весь процесс возделывания и уборки кукурузы в початках.

При возделывании кукурузы на зерно и в початках наибольшие затраты приходится на уборку и послеуборочную обработку. Для полной очистки початки пропускают через очистители, конструкции их характеризуются низкой производительностью (500–700 кг/ч на пару очистных валцов), нестабильностью степени очистки (65–98%) и наличием сортировальных столов для ручной переборки початков.

Загрузка очистителей ворохом с высоким содержанием очищенных початков приводит к значительному вышелушиванию зерна (до

10–15% против 2% по исходным требованиям) и снижению выхода товарной продукции.

Для повышения качества получаемых початков кукурузы необходим поиск новых технологических и технических решений. Одним из возможных направлений в этой области является создание высокопроизводительных устройств (початкоразделителей) для отделения очищенных от неочищенных початков перед подачей на очистители и после схода с них.

Архитектоника и физико-механические свойства початков кукурузы являются основными исходными данными для разработки конструкций и определения параметров рабочих органов аппаратов и машин для уборки и послеуборочной обработки.

Проведенные нами исследования с использованием программы цветового кодирования поверхностей позволили установить, что початки кукурузы неочищенные и очищенные имеют различные показатели по цветовому кодированию. Использование программы цветового кодирования в системах для разделения вороха початков может обеспечить исключение ручного труда при его доработке.

Для определения кода цвета, который может послужить основой для программного обеспечения при создании аппарата разделения початков на очищенные и неочищенные нами были использованы полигоны эмпирического распределения зеленого, красного и синего цветов. Для этого сравнили полигоны распределения цветов, и выбрали тот, который имеет наибольшее расхождение в матрице распределения по одному цвету. Для выполнения этой операции визуально сравнили полигоны распределения цветов неочищенных и очищенных початков от оберток полученные в результате экспериментально-теоретических исследований.

Проведенные теоретические исследования по совмещению кодирования по цветовой гамме с применением наклонной плоскости дают право сделать вывод о возможности их использования при разделении початков кукурузы на очищенные и неочищенные.

Нами установлено, что перемещение очищенных и неочищенных початков кукурузы по наклонной поверхности (горке) происходит по разному за счет различных биометрических параметров. Поэтому такой способ движения может быть принят за основу технологического решения разделения початков.

В качестве поверхности может быть использовано покрытие из кожи и синтетических волокон.

Наклон плоскости должен быть не менее 40°, что обеспечит перемещение по наклонной поверхности с ускорением. При этом скорость перемещения очищенных будет намного больше чем неочищенных початков, так как коэффициенты трения качения неочищенных и очищенных отличаются значительно, а именно, неочищенные