

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мату С. К., Брандин К. Измерение полей потока ближнего следа за сферами в гиперзвуковом потоке при малых числах Рейнольдса.— В кн.: Динамика разреженных газов. М.: Мир, 1976.
2. Gottesdiner L. Hot-wire anemometry in rarefied gas flow.— J. Phys. E: Sci. Instrum., 1980, v. 13, p. 908.
3. Булгаков А. В. Применение термоанемометра для диагностики потоков высокомолекулярных газов низкой плотности.— В кн.: Молекулярная физика неравновесных систем. Новосибирск, 1984.
4. Стадлер Д. Р., Гудвин Г., Кригер М. О. Нагрев тел в высокоскоростном потоке разреженного газа.— В кн.: Вопросы теплообмена. М.: Госэнергоиздат, 1959.
5. Бочкарев А. А., Косинов В. А. и др. Структура сверхзвуковой струи аргон-гелиевой смеси в вакууме.— ПМТФ, 1970, № 5.
6. Жохов В. А., Хомутский А. А. Атлас сверхзвуковых течений свободно расширяющегося идеального газа, истекающего из осесимметричного сопла.— М.: ЦАГИ, 1970.
7. Lord R. G. Hot-wire probe end-loss correction in low density flow.— J. Phys. E: Sci. Instrum., 1974, v. 7, p. 56.
8. Legge H. Recovery temperature determination in free molecular flow of a polyatomic gas.— In: Proc. 14th Int. Symp. Rarefied Gas Dynamics. Tokyo, 1984, v. 1.

Поступила 5/VII 1985 г.

УДК 532.529; 631.459

## О ВЛИЯНИИ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА СДУВ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

**А. Азизов**

(Ташкент)

Процесс сдува твердых частиц воздушным потоком возникает и развивается в пределах пограничного слоя обтекаемой поверхности и зависит от характера течения в нем. Но когда воздушный поток движется по естественной поверхности, на его пути встречаются разные предметы и шероховатости, которые возмущают характер течения и вызывают акустические колебания, т. е. вихревые звуки различной частоты.

В [1—4] показано, что характер течения в пограничном слое существенно зависит от частоты акустических колебаний, существующих в потоке.

При облучении пограничного слоя звуковыми колебаниями определенной интенсивности и частоты переход ламинарного режима течений в турбулентный ускоряется. Известно, что изменение степени турбулентности потока сильнее влияет на сдув и унос частиц [5]. Поэтому облучение поверхности с твердыми частицами может повлиять на развитие эрозионного процесса.

Вопрос о влиянии акустических возмущений на сдув и унос частиц в литературе освещен слабо. Настоящая работа посвящена изучению механизма сдува твердых частиц, т. е. исследованию возникновения ветровой эрозии почв при наличии звуковых колебаний. Эксперименты проводились на аэродинамических стендах Института механики и сейсмостойкости сооружений им. М. Т. Уразбаева АН УзССР.

Так как направление излучения звуковых колебаний оказывает слабое влияние на характер течений воздушного потока [3], в наших экспериментах они направлялись перпендикулярно к рассматриваемой (эродируемой) поверхности пластины.

Исследования по определению влияния акустических возмущений различной частоты на пограничный слой проводились на гладкой пластине без сдува твердых частиц при фиксированных значениях скорости потока и звуковых давлений. Пограничный слой образовывался на гладкой стальной пластине размером 150×450 мм, помещенной в середине рабочей части малотурбулентной ( $\epsilon = 2,0\%$ ) установки. Опыты показали, что звуковые возмущения определенной частоты заметно влияют на характер течений в вязком подслое. При постоянных значениях скорости набегающего потока в заданном сечении экспериментальной пластины толщина вязкого подслоя изменяется в зависимости от значений частоты акустических возмущений, хотя звуковые давления удерживались постоянными ( $>20$  дБ).

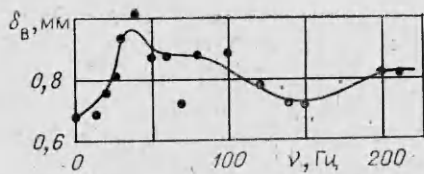


Рис. 1

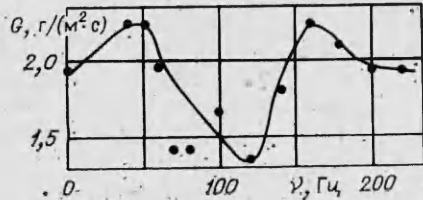


Рис. 3

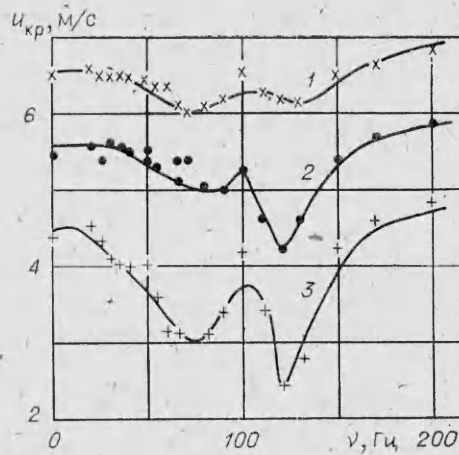


Рис. 2

На рис. 1 представлено изменение толщины вязкого подслоя в зависимости от частоты звуковых возмущений на расстоянии  $x = 250$  мм от передней кромки плоской пластины при скорости потока 8 м/с и выходном напряжении  $H = 80$  В.

Изменение толщины вязкого подслоя при облучении пограничного слоя акустическими колебаниями различной частоты объясняется резонансными явлениями, возникающими при совпадении частоты колебания внешних акустических возмущений с частотами уже имеющих в потоке колебаний (например, типа Шлихтинга — Толлмина) [1]. Значение частоты, вызывающей изменения течений в вязком подслое, зависит от предыстории набегающего потока и характера обтекаемой поверхности.

Эксперименты по определению влияния акустических возмущений на интенсивность сдува твердых частиц проводились в разомкнутом аэродинамическом канале прямоугольного сечения  $100 \times 100$  мм, работающем на принципе нагнетания воздушного потока (турбулентность потока  $\epsilon = 22\%$ ). Значение скорости набегающего потока фиксировалось за пограничным слоем. Профили скоростей в пограничном слое определялись пневматическим методом.

Образцами твердых частиц служили гранулы луговосазовой почвы ( $0,3 < d < 0,5$  мм и  $d \leq 2,0$  мм), которые в каретках устанавливались в специальные пазы заподлицо с обтекаемой поверхностью пластины.

Источник акустических колебаний — звуковая колонка 15-КЗ-1, установленная на расстоянии 150 мм от лицевой поверхности экспериментальной пластины. Звуковые сигналы, созданные генератором ГЗ-33, усиливались с помощью ТУ-100 и У-50. Опыты проводились при значениях выходного напряжения  $H = 20, 40, 60, 80, 100$  В и при частотах колебаний  $\nu = 20, 30, 45, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 180, 200$  Гц. При проведении опытов выходное напряжение удерживалось постоянным, а частота излучения изменялась, и наоборот.

На рис. 2 приведено изменение значений критических скоростей потока [6], при которых возникает сдвиг и унос частиц луговосазовой супесчаной почвы  $d \leq 2,0$  мм, в зависимости от частоты звуковых возмущений при  $H = 28$  В (линии 1—3 соответствуют скоростям  $u_{\text{мас}}$ ,  $u_{\text{тр}}$ ,  $u_1$ ).

На рис. 3 показано изменение интенсивности уноса твердых частиц почвы от частоты звуковых колебаний при скорости потока 8 м/с,  $H = 40$  В.

Анализ экспериментальных результатов показывает, что в данном сечении пластины при постоянных значениях скорости потока и звукового давления ( $>20$  дБ) толщина вязкого подслоя, критические скорости потока и интенсивности эрозии зависят от частоты внешних возмущений; при этом установлено, что увеличение эродируемости почв в зависи-

мости от частоты возмущений наступит при нескольких значениях последнего. Поэтому эродированность почв может изменяться вдоль потока у источников акустических возмущений. Следует отметить, что влияние акустических возмущений на развитие эрозионного процесса начинается по достижении некоторого порогового уровня звукового давления и скорости потока, значения которых зависят от параметров потока. При скорости потока 8 м/с ( $\epsilon = 22\%$ ) эрозия почв возникает при частотах 40—60, 120, 150—180, 230—250 Гц и т. д.

Чувствительность процесса ветровой эрозии к звуковым колебаниям определенной частоты, по-видимому, можно объяснить резонансными явлениями, возникающими при взаимодействии внешних акустических колебаний с волнами, имеющимися в потоке. Если частота воздействующего звукового колебания соответствует частоте максимального возбуждения колебаний ветрового потока, процесс сдува резко увеличивается, т. е. критические скорости уменьшаются. С возрастанием уровня звукового давления при фиксированной частоте акустического сигнала критические скорости уменьшаются, а интенсивность сдува и уноса увеличивается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Спэнглер Дж. Г., Уэллс мл. К. С. Влияние возмущений свободного потока на переход в пограничном слое. — Ракетн. техника и космонавтика, 1968, № 3.
2. Козлов Я. Ф., Бабенко В. В. Экспериментальные исследования пограничного слоя. — Киев: Наук. думка, 1978.
3. Власов Е. В., Гиневский А. С. Экспериментальное исследование влияния акустических возмущений на возникновение турбулентности в пограничном слое. — В кн.: Пристенное турбулентное течение. Труды XVIII Сибирского теплофизического семинара. Ч. II. Новосибирск, 1975.
4. Knapp G. F., Roache P. J. A combined signal and hotwire anemometer investigation of boundary-layer transition. — AIAA J., 1968, v. 6, N 1.
5. Азизов А., Исмаилов М. И. и др. Влияние интенсивности турбулентности воздушного потока на количество сдува твердых частиц. — ДАН УзССР, 1976, № 10.
6. Азизов А. Влияние влажности на ее устойчивость к ветровой эрозии. — Почвоведение, 1977, № 1.

Поступила 26/VIII 1985 г.

УДК 678.067.6

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ КРАЕВОГО ЭФФЕКТА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГОЛОГРАФИЧЕСКОГО МУАРА

В. А. Жилкин, В. Б. Зиновьев

(Новосибирск)

В изделиях, изготовленных из материалов с ярко выраженной анизотропией, необходимо учитывать краевые эффекты, которые, как известно [1], могут медленно затухать от края. Оценки величины зоны краевых эффектов в композиционных материалах производились неоднократно, при этом задача решалась теоретически и экспериментально [1—3]. В данной работе такие оценки выполнены с помощью метода голографической интерферометрии.

Краевой эффект оценивается расстоянием  $l^*$ , на котором начальное возмущение деформированного состояния образца снижается до 5% от своей максимальной величины. Закон убывания деформации близок к экспоненциальному, и при больших значениях аргумента экспонента асимптотически приближается к нулю. Тогда в этой зоне образца для корректного определения  $l^*$  требуется высокая точность величин перемещения. Например, для достижения погрешности  $l^* \pm 5\%$  необходима точность измерения величин перемещения 0,7%. Требования к точности измерений могут быть значительно снижены, если сделать допущения, что перемещения убывают экспоненциально. Тогда, построив эпюры перемещений в заданных сечениях образца, например, с помощью метода голографической интерферометрии, можно найти постоянную затухания  $t$  как расстояние, на котором величина возмущения уменьшается в  $e$  раз.