

УДК 626.821.312

**ВЛИЯНИЕ ВЕТРОВОГО ЗАНОСА КАНАЛОВ ПЕСКОМ НА ИХ  
ЭКСПЛУАТАЦИЮ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

Канд. техн. наук С.М. Койбаков

С.Р. Турганалиев

*Рассматривается влияние ветра на эксплуатацию открытых мелиоративных каналов в условиях дефляции почв, а также закономерности заносимости русел каналов продуктами ветровой эрозии.*

Опыт эксплуатации оросительных систем в Северном Казахстане, где почвы представлены преимущественно легкими суглинками и супесями, показывает, что русла открытых мелиоративных каналов подвергаются заносу песком, кураем «перекати-поле» и другими продуктами ветровой эрозии. Внутрихозяйственная оросительная открытая сеть, в том числе и каналы - оросители под ЭДМФ «Кубань» также заносятся песком, «перекати-поле» и т.д. В результате такого явления, пропускная способность каналов резко уменьшается, в некоторых случаях поперечное сечение забивается полностью. Ежегодная очистка русел каналов от продуктов ветровой эрозии малопроизводительными механизмами, как это принято в настоящее время, приводит к значительным материальным затратам. Кроме того, заносы каналов продуктами ветровой эрозии повышают мутность воды, что приводит к быстрому изнашиванию деталей дождевальной техники. К тому же полив дождеванием с использованием мутной воды вызывает образование пленки на листьях растений, что способствует снижению фотосинтезирующей деятельности.

Процессы заносов русел каналов в основном происходят в активные эрозионные периоды, которые наблюдаются дважды в году - весной (апрель-май) и осенью (сентябрь-октябрь). Именно этим периодам сопутствуют благоприятные для ветровой эрозии условия, когда поверхностный слой почвы наиболее разрушен и отсутствует снежный или растительный покров [1].

Не все почвы подвержены эрозионным процессам в одинаковой степени. В их противозерозионной устойчивости наибольшее значение

имеют структура, механический состав, и другие свойства, определяемые генезисом той или иной почвы [1].

Большое влияние на интенсивность и характер эрозионных процессов оказывают также способы обработки почвы, применяемая агротехника возделывания культур и сами культуры.

Натурные исследования на действующих оросительных системах и модельные в аэродинамической трубе показывают, что все открытые каналы, эксплуатируемые в условиях ветровой эрозии в той или иной степени подвергаются заносам. Формирование заносов в руслах каналов следует рассматривать как результат одновременного проявления двух факторов: наличие двухфазного песчано-ветрового потока и наличие зон аэродинамических теней, образующихся при обтекании сечений каналов потоком.

Пороговая (критическая) скорость ветра, соответствующая началу переноса, зависит от физико-механических свойств частиц и колеблется в пределах 3...8 м/с [1,2]. Частицы могут переноситься потоком ветра путем скольжения и перекатывания, прыжками и сальтацией, а также во взвешенном состоянии. Формирование заносов в руслах происходит постепенно, начиная с наветренной бровки канала, с некоторым уклоном по направлению действия ветра, называемым естественным откосом заноса [3].

Обязательными условиями возникновения двухфазного, в частности ветро-песчаного потока, приводящими к заносу русел каналов продуктами ветровой эрозии являются: наличие открытой незащищенной от растительного или снежного покрова почвы легкого или среднего механического состава невысокой влажности: наличие ветра скоростью больше критической для данного вида почвы.

Критическая скорость ветра меняется в зависимости от размера формы и плотности частиц. Наиболее подвижны частицы диаметром 0,05...0,5 мм [2].

Основной способ перемещения почвенных частиц - скачкообразный. Доля скачущих частиц составляет примерно 2/3 от переносимой песчаной массы, а взвешенные и перекатывающиеся вместе - около 1/3 [2].

При действии ветра на поверхность почвы частицы выводятся из состояния покоя под действием силы лобового давления. Под влиянием же силы трения создается опрокидывающий момент и частицы могут отрываться и в последующем начинается процесс перекатывания по поверхности почвы. Турбулентность воздушного потока с постоянными пульса-

циями скоростей и давлений усиливают аэродинамические импульсы, вызывающие подъем частиц и перенос их в воздушном потоке. Отрыв частицы и перекатывание их по поверхности почвы происходит в основном при ударе частицы по шероховатости поверхности или при ударе о другие частицы. Частицы попадают в зону воздушного потока с большой скоростью. Поднятая в воздух частица, разгоняется потоком и имеет в точке падения скорость значительно большую, чем при взлете. Падая с большой скоростью, частица получает ударный импульс, сила которого во много раз может превышать вес частицы и, следовательно, может осуществить отрыв частицы от поверхности и подъем ее на большую высоту. Когда подъемная сила станет меньше силы тяжести, частица начнет опускаться. Под действием горизонтального движения потока весь путь от подъема до падения она совершает по некоторой траектории. Угол падения при этом находится в пределах  $10^{\circ} \dots 16^{\circ}$  [2].

Рассмотренные выше условия отрыва, переноса и отложения частиц грунта под действием ветра соответствует обычным открытым территориям. Нас же интересуют условия и характер проявления указанных процессов и явлений на мелиоративных системах, характеризующихся сетью открытых каналов. Большое разнообразие форм, типов и параметров сечений каналов на мелиоративных системах порождает такое же количество разнообразных картин обтекания их потоком ветра, следовательно, и условиями заносимости продуктами ветровой эрозии. По теории Г.Н. Абрамовича, при обтекании выемок, поток растекается с бровки под определенным углом к горизонту, равным  $10^{\circ}$ , что соответствует уклону с коэффициентом откоса равным 6,0 [4]. Линии, проведенной под таким углом, соответствует линия нулевой скорости, выше которой поток сохраняет прямолинейное поступательное движение, а ниже - обратное циркулярное. Верхняя граница растекания потока при обтекании выемок равна углу  $5^{\circ}$ , выше которой скорость ветра соответствует скорости невозмущенного потока.

По мере уменьшения угла атаки ветра, в силу постоянства угла растекания потока с бровки по направлению его действия, соответственно будет уменьшаться зона возвратных течений в русле. В зависимости от крутизны откоса канала, при некотором значении угла атаки ветра, русло полностью продувается потоком без образования зон аэродинамических теней.

Модельные исследования проводились в аэродинамической трубе Т-503 лаборатории аэродинамики Новосибирского государственного тех-

нического университета. В результате проведения комплекса экспериментов по установлению закономерностей обтекания моделей каналов воздушным потоком, нами установлено следующее. При обтекании выемок происходит отрыв потока с наветренной бровки, которая растекается под углом  $10^\circ$ . Ниже этой плоскости растекания в выемке образуется зона аэродинамической тени. Если канал проходит в полунасыпи или насыпи, то на наветренном склоне насыпи и над насыпью скорость потока возрастает за счет сужения потока по высоте. А с подветренной стороны насыпи, также как и в выемке, образуется зона аэродинамической тени.

В зонах аэродинамических теней наблюдается интенсивное выпадение из двухфазного потока твердых его компонентов в виде заносов. Причем более интенсивно этот процесс протекает сразу же за бровкой. Это объясняется тем, что траектория полета частиц самых нижних слоев потока при осаждении наиболее короткая, где сосредоточена подавляющая часть переносимых частиц. Поэтому шлейф заносов в голове имеет более мощный слой по сравнению с хвостовой его частью. По мере поступления дефлируемого материала, шлейф заноса постепенно растет в направлении действия ветра.

Процесс формирования заноса на каналах длится до тех пор, пока сечение не обтекается потоком плавно без образования зон аэродинамических теней. Очертание поверхности законченного заноса представляет наклонную по направлению действия ветра плоскость. На месте сопряжения с наветренным откосом выемки поверхность заноса представляет главную удобообтекаемую вогнутую поверхность. Уклон поверхности заноса вдоль направления действия ветра, называемый коэффициентом естественного откоса заноса, зависит от физико-механических свойств частиц грунта, участвующих в переносе, а также от величины скорости ветра и изменяется в пределах 6...12 [2,3].

Какую бы форму сечения канал не имел, при одинаковых других условиях, коэффициент естественного откоса имеет постоянное значение. Поэтому объем заноса и высота отложений в русле по ее ширине зависит от параметров сечения - коэффициента откоса  $m$ , глубины выемки  $h$ , ширины канала по дну  $b$ , а также от угла атаки ветра  $\alpha$ . В общем случае площадь поперечного сечения или объем заноса в канале на единицу его длины можно представить в виде неявной функции от многих переменных:

$$F = f(m_0, h, b, m, \alpha).$$



Коэффициент естественного откоса заноса определяется как функция от скорости ветра  $u_0$  и пороговой (критической) скорости начала переноса  $u_{кр}$ :  $m_0 = f(u_0, u_{кр})$  или в градусах  $\varphi = f(u_0, u_{кр})$ .

С увеличением скорости ветра, естественный откос заноса становится более крутым и стремится к линии нулевой скорости, т.е.  $u_0 \rightarrow \infty$ ;  $m_0 \rightarrow 5,8$  или  $\varphi \rightarrow 10^\circ$

Путем полного учета всех факторов, влияющих на заносимость, и принятия соответствующих мероприятий на стадии проектирования и строительства оросительных систем можно свести к минимуму затраты на борьбу с золовыми наносами русел в период их эксплуатации. К таким мероприятиям относятся: прокладка трассы каналов по наименее заносимым участкам местности; компоновка линейных сооружений и зданий в плане с учетом аэродинамических особенностей обтекания их ветровым потоком, проектирование оптимального, с точки зрения взаимодействия потока с руслом, поперечного профиля канала; оптимальное расположение полей и системы защитных лесных полос относительно направления преобладающих ветров; проектирование противозрозионных севооборотов и обработка полей.

### ВЫВОДЫ

1. В условиях северного Казахстана, где почвы представлены преимущественно в виде легких суглинков и супесей подвержены дефляции, и как следствие заносу русел открытых мелиоративных каналов продуктами ветровой деятельности.
2. Формирование заносов в руслах каналов следует рассматривать как результат возмущения ветро-песчаного потока в пределах зоны влияния сооружения.
3. Степень подверженности каналов заносам в условиях дефляции почв зависит от конструктивных особенностей и геометрических параметров сооружения, а также угла воздействия ветра. Максимальная заносимость наблюдается при перпендикулярных к направлению канала ветрах.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джанпеисов Р. Эрозия и дефляция почв Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1977. - 232 с.

2. Кальянов К.С. Динамика процессов ветровой эрозии почв. - М.: Наука, 1976. - 155 с.
3. Койбаков С.М. Закономерности формирования снежного заноса на каналах.// Ледотермические проблемы в Северном гидротехническом строительстве и вопросы продления навигации. Сб. материалов конференции и совещания / Л., Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1989. - С. 224 – 228.
4. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй.- М.: Наука, 1984 - 716 с.

Таразский Государственный университет им. М.Х. Дулати

### **СОЛТУСТІК ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ЖЕЛДІ КАНАЛДАРҒА ҚҰМ ҚҰЙЫЛУЫНЫҢ ОЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУҒА ЕТЕТІН ӘСЕРІ**

Техн.ғылымдарының канд. С.М. Қойбақов  
С.Р. Тұрғанәлиев

*Топырақ дефляциясы жағдайындағы ашық мелиоративті каналдарды пайдалануға желдің әсері және сондай-ақ канал арналарын жел эрозиясы өнімдерімен қайырлану заңдылықтары қарастырылады.*