ДОКЛАД НА ЧЕТВЕРТОМ ЗОНАЛЬНОМ СОВЕЩАНИИ
ПО АВТОДОРОЖНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК Ю. А. МОТЫЛЕВ,
ИНЖЕНЕРЫ М. Д. ИЕРУСАЛИМСКАЯ, В. В. ДУБЯНСКИЙ
(СОЮЗДОРНИИ)

ПРОЕКТ ТЕХНИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ПЕСКОВ

АЛМА-АТА 1962 ГОД

gost.e-ecolog.ru

Освоение территорий пустынных районов Средней Азии и Казахстана, развитие в них промышленности и сельского хозяйства, создание новых населенных пунктов - требуют постройки сети автомобильных дорог, необходимых для обеспечения быстро растущих перевозок. Своевременное строительство дорог является одним из решающих условий успешного хозяйственного и культурного освоения пустынных территорий. Вместе с тем, широкое развертывание дорожного строительства в специфических природных условиях пустынь требует решения ряда новых и сложных задач. Особенно сложные задачи возникают перед дорожниками в районах распространения подвижных песков.

К числу основных особенностей природных условий этих районов относятся:

- жаркий засушливый климат, весьма малое количество осадков (во многих районах - около 100 мм в год и менее), выпадение которых сосредоточивается преимущественно в зимне-весенний период; частые сильные ветры;

- преимущественное распространение одноразмерных мелких песков, не закрепленных или частично закрепленных растительностью и образующих различные формы рельефа;

- способность песков, не закрепленных растительностью, передвигаться, под действием ветра, в виде как ветропесчаного потока (воздушная струя, несущая взвешенный в ней песок), так и подвижных форм рельефа (барханы, барханные цепи);

- отсутствие в большинстве районов местных каменных материалов.

Эти условия определяют особенности и значительные трудности строительства и эксплуатации дорог на территориях, занятых подвижными песками. Основной проблемой

дорожного строительства на этих территориях является обеспечение незаносимости дорог песком, а на отдельных участках, где неизбежна угроза песчаных заносов, - эффективная защита от них.

В существующей нормативно-технической литературе по дорожному строительству вопросы проектирования дорог в песках почти не нашли отражения. Единственным документом, дающим весьма краткие и общие указания по этим вопросам, являются НиТУ. I28-55 (§§ 75 и I42-I44).

Указания НиТУ сводятся к следующему:

I/ на участках распространения подвижных песков необходимо проектировать земляное полотно в насыпях обтекаемого профиля без резервов с откосами от I:3 до I:5, планировать и укреплять придорожную полосу шириной 40-50 в каждую сторону от оси дороги, а за пределами этой полосы осуществлять мероприятия по закреплению песков;

2/ для предохранения земляного полотна, возведенного из песков, от выдувания, необходимо укреплять откосы и обочины различными местными материалами;

3/ основным мероприятием по защите дорог от песчаных заносов является закрепление песков растительностью (фитомелиорация).

Для развития и конкретизации этих указаний, основанных главным образом на небольшом опыте строительства дорог в Западной Туркмении в I949-I95I годах, было необходимо прежде всего подвергнуть их широкой проверке в производственных условиях. Эта проверка была тем более необходимой, что упомянутый небольшой опыт нельзя было рассматривать, как положительный. Он скорее указывал на трудности эксплуатации дороги в условиях подвижных песков, чем на реальные эффективные способы ее защиты от песчаных заносов, поскольку такие способы при строительстве дорог в I949-I95I годах еще не были осуществлены. Указания НиТУ I28-55 в сущности представляли собой пред-

ложения, требовавшие уточнения и развития в процессе их внедрения.

Эту задачу первыми выполнили дорожники Туркменской ССР, которым в 1958-1960 годах удалось успешно решить задачу проектирования и строительства дороги в сложных условиях подвижных песков[x/]. Практический опыт проектирования и строительства дорог в песках появился в последние годы также в дорожных организациях Узбекской и Казахской ССР.

В целях разработки конкретных технических рекомендаций по проектированию и строительству дорог в условиях песчаных пустынь в 1960-1961 годах Союздорнии и его Среднеазиатский и Казахский филиалы провели в районах распространения подвижных песков (Туркменская, Узбекская и Казахская ССР) полевые исследовательские работы. Был детально учтен опыт проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог в этих районах.

Изучая и обобщая этот опыт, Союздорнии стремился выявить в первую очередь наиболее надежные, эффективные и, вместе с тем, практически осуществимые мероприятия, обеспечивающие возможность постройки и бесперебойной эксплуатации дорог в песках.

В результате проведенных исследований и обобщения производственного опыта в 1962 г. был разработан проект технических указаний по проектированию и возведению земляного полотна автомобильных дорог в районах распространения подвижных песков (составители этих указаний - авторы настоящего доклада). В Технических Указаниях нашли отражение специфические вопросы проектирования дорог в условиях распространения подвижных песков. К этим вопросам в первую очередь относятся:

- - - - - - -

x/ Ю.Л.Мотылев, Дорога в подвижных песках. Журнал "Автомобильные дороги" № 6, 1961 г.

- рациональный выбор трассы дороги в песках;

- выбор конструкций земляного полотна, в наибольшей степени обеспечивающих его устойчивость и незаносимость дороги песком;

- защита земляного полотна от выдувания и песчаных заносов.

При составлении Технических Указаний, наряду с результатами исследований Союздорнии, были учтены и использованы работы Академии Наук Туркменской ССР, посвященные изучению песков, их закреплению и защите сооружений от песчаных заносов (М.П.Петров, А.И.Знаменский, А.М.Кривенков, А.Т.Левадняк), работы Союздорпроекта (С.А.Трескинский, А.А.Семеновский, А.А.Бялькин), а также материалы проектных и дорожно-строительных организаций Министерств автомобильного транспорта и шоссейных дорог Туркменской ССР и Узбекской ССР, Гушосдора при Совете Министров Казахской ССР, Объединения "Туркменнефть".

Так же как и другие технические документы, посвященные вопросам проектирования и строительства дорог в сложных, мало изученных природных условиях, настоящие Технические Указания наряду с решениями, достаточно обоснованными практическим опытом, содержат и приближенные решения, которые в дальнейшем могут быть существенно уточнены (в частности, по выбору трассы дороги в песках и поперечного профиля земляного полотна, осуществлению пескозащитных мероприятий и др.). Такое уточнение тем более возможно и необходимо, что природные условия пустынных районов многообразны и далеко не полностью изучены. Опыт проектирования и строительства дорог, накопленный в настоящее время, безусловно не охватывает всех этих условий и в отдельных случаях может оказаться неприменимым или потребовать существенных поправок.

Вместе с тем, в Технических Указаниях еще не могли найти отражения отдельные предложения по защите дорог от песчаных заносов, хотя и представляющие интерес, но

не проверенные в производственных условиях (в частности, мероприятия по безаккумуляционному переносу песка). Опытная проверка таких предложений и оценка их эффективности входят в задачи дальнейших исследований.

В настоящем докладе излагаются основные положения проекта Технических Указаний, относящиеся к вопросам проектирования дорог в песках.

I. Общие положения

При проектировании дорог в районах распространения подвижных песков необходимо учитывать особенности этих песков и закономерности их движения.

Характеризуя в проектных материалах природные условия района строительства дороги, важно пользоваться единой и четкой терминологией, даже если она будет в некоторой степени условной.

С этой целью рекомендуется делить пески пустынь по степени зарощенности на:

а/ незаросшие (барханные) и слабозаросшие (покрыто растительностью менее 15% поверхности);

б/ полузаросшие (покрыто растительностью от 15 до 35% поверхности);

в/ заросшие (покрыто растительностью более 35% поверхности).

Барханные и слабозаросшие пески обладают способностью к поступательному движению и к перестройке склонов под действием ветра. Заросшие и полузаросшие пески образуют неподвижные формы рельефа, но в районах их залегания возможно образование ветропесчаного потока. При уничтожении растительности на заросших и полузаросших песках они в короткий срок превращаются в барханные и образуют подвижные формы рельефа.

Различают следующие основные формы рельефа барханных песков:

а/ Одиночные и групповые барханы – подвижные песчаные холмы своеобразной формы с пологим наветренным и крутым подветренным склонами (рис.I). Подветренный склон имеет форму полумесяца. Высота барханов – от 0,3 до 3 м и более, ширина – до 100 м, длина склонов – до 20 м, крутизна наветренного склона – I:5 – I:3, подветренного I:I,5 – I:2.

б/ Барханные цепи – подвижные скопления песка, имеющие форму волнообразного вала шириной 10–12 м и более, длиной от 200 м до 2 км. Высота барханных цепей: мелких – до I м, средних – от I до 3 м, крупных – от 3 до 7 м, очень крупных – более 7 м. Расстояние между гребнями цепей – от 10–15 до 150 м.

в/ Барханные гряды – вытянутые крупные скопления песка высотой от 10 до 50 м.

Заросшие и полузаросшие пески делят по формам рельефа на следующие типы:

а/ кучевые и бугристые пески – скопления песка в виде небольших всхолмлений и бугров, закрепленных растительностью; их высота: кучевых и мелко-бугристых – менее I м, средне-бугристых – от I до 3 м, крупно-бугристых – более 3 м;

б/ грядовые пески – вытянутые скопления песка в виде гряд высотой: мелких – от I до 3 м, средних – от 3 до 7 м, крупных – более 7 м;

в/ лунковые пески – обширные, глубокие котловины, закрепленные растительностью и разделенные подвижными песчаными перемычками;

г/ равнинные и полого-волнистые пески.

Барханные пески состоят преимущественно из частиц мельче 0,25 мм и относятся согласно дорожной классифи-

фикации грунтов[x/] к мелким пескам. Характерной особенностью барханных песков является их одноразмерность, определяемая преобладанием в них частиц, размеры которых колеблются в узких пределах 0,1–0,25 мм.

Исследованиями Академии Наук Туркменской ССР (А.И.Знаменский) установлено, что перемещение песка под действием силы ветра во всех случаях связано с движением ветропесчаного потока. Как во всем комплексе рельефа песчаной пустыни, так и в каждом из его элементов различают зоны развевания и выноса песка (дефляции), переноса (транзита) и накопления (аккумуляции). Нижняя часть наветренного склона бархана представляет собой зону выноса, верхняя – зону переноса, а подветренный склон – зону накопления. Движение бархана происходит в результате перемещения песка из зоны выноса в зону накопления с постепенным смещением зон в направлении ветра.

Такие же зоны образуются на обширных территориях пустынных районов. Одни участки этих территорий подвергаются ветровой эрозии, на других образуются подвижные формы рельефа. Участки с ровной, гладкой и устойчивой поверхностью (солончаки, такыры, песчано-глинистые равнины) чаще всего являются зонами транзита песка, в которых он не накапливается, если на пути ветропесчаного потока не возникает естественных или искусственных препятствий.

2. Трассирование дорог в песках и особенности изысканий

Первоочередным условием успешного решения задачи строительства дороги в условиях распространения подвижных песков является рациональный выбор трассы, основанный на тщательном изучении рельефа песков в районе будущей дороги, особенностей их движения, степени зараженности,

---

x/ Технические указания по проектированию и возведению земляного полотна автомобильных дорог в районах искусственного орошения засушливой зоны ВСН-47-60 Минтрансстроя СССР.

возможности фитомелиорации. При трассировании дороги, предназначенной для соединения двух или нескольких пунктов, между которыми ее положение на местности не задано и может быть намечено различным образом, проложение трассы по кратчайшему направлению далеко не во всех случаях является технически и экономически рациональным. При возможности выбора вариантов трассы всей дороги или отдельных ее участков необходимо отдавать предпочтение тем вариантам, при которых в наибольшей степени используются незаносимые песком участки местности и элементы рельефа, сводится к минимуму протяжение участков пересечения подвижных форм рельефа и, соответственно, объем дорогостоящих пескозащитных работ.

Для обеспечения возможности широкого сравнения различных вариантов трассы и выбора варианта, при котором дорога будет в наименьшей степени подвержена песчаным заносам, нельзя ограничиваться обследованием одной узкой полосы местности, особенно - в недостаточно изученных районах. После того, как намечено ориентировочное направление трассы, необходимо тщательно изучить рельеф песков и характер их движения в полосе местности, расположенной вдоль этого направления, шириной не менее 3-5 км, уделяя особое внимание выявлению зон транзита. В отдельных случаях особо сложного рельефа песков рациональный выбор трассы требует рекогносцировочного обследования всей территории, в пределах которой возможно проложить трассу данной дороги.

Учитывая трудности борьбы с песчаными заносами в процессе эксплуатации дороги и высокую стоимость пескозащитных мероприятий, а в определенных условиях - недостаточную эффективность этих мероприятий, - при возможности, следует избегать проложения трассы по зонам выноса и накопления или вблизи этих зон, отдавая предпочтение зонам транзита (такыры, солончаки, равнины с закрепленной поверхностью), даже если их использование

приводит к удлинению трассы. Особенно важно избегать участков с наиболее расчлененным и подвижным рельефом, в условиях которого фитомелиорация песков представляет большие трудности.

При трассировании дорог в барханных песках рекомендуется:

а/ прокладывать трассу вдоль, а не поперек ("вкрест") форм рельефа, и по возможности перпендикулярно направлению господствующих ветров;

б/ в случаях, когда пересечение форм рельефа неизбежно, выбирать участки с наименьшими колебаниями относительных высот;

в/ в условиях грядового рельефа прокладывать трассу по межгрядовым понижениям, не приближая ее к недостаточно закрепленным подножиям крутых склонов;

г/ избегать необходимости устройства выемок, стремясь в наибольшей степени "вписать" трассу в существующий рельеф, без нарушения условий его развития.

Опыт дорожников Туркменской ССР показал, что при трассировании дороги вдоль барханных цепей рационально использовать в качестве насыпи одну из наиболее высоких цепей (в пределах высоты от I до 3 м), предусмотрев закрепление растительностью как самой этой цепи, так и двух соседних.

В заросших песках трассу следует выбирать, стремясь свести к минимуму площадь, на которой при строительстве дороги будет уничтожена существующая растительность, закрепляющая песок. С этой целью необходимо увязывать трассу с существующим рельефом таким образом, чтобы дорога могла быть построена преимущественно в нулевых отметках, а протяжение участков, на которых необходимо устройство насыпей и, особенно, выемок было минимальным.

Наиболее сложны такие случаи строительства дорог в песках, когда необходимость решения поставленной тран-

спортной задачи определяет собою не только направление трассы, но и ее положение на местности (например, при строительстве дороги вдоль контура нефтеносного района). В таких случаях возможность выбора вариантов трассы крайне ограничена, избежать проложения ее по заносимым участкам местности часто не удается и основное внимание приходится уделять мероприятиям по защите дороги от песчаных заносов.

При изысканиях дорог в песках необходимо уделять особое внимание поискам карьеров связных грунтов, пригодных для устройства защитного слоя, укладываемого под дорожной одеждой и на откосах. При этих изысканиях должны быть установлены: мощность толщи связного грунта, его гранулометрический состав, степень и характер засоления, влажность в естественном залегании и возможность сосредоточенной разработки. Должны быть также изысканы и предусмотрены проектом временные подъездные пути от этих карьеров к строящейся дороге. Должны быть тщательно изучены гидрогеологические условия в районе трассы и организованы специальные поиски воды - как пресной, так и засоленной, пригодной для искусственного увлажнения грунтов и материалов оснований.

Для выбора видов растений, используемых для закрепления песков; способов посадки и защиты этих растений; ширины закрепляемой полосы и проч. в каждом случае необходимо выяснить:

а/ годовой ход активных ветров и движения песков;

б/ глубину залегания и минерализацию грунтовых вод;

в/ засоленность песков и ее источник;

г/ мощность слоя песков в понижениях, водопроницаемость и засоленность подстилающих грунтов;

д/ распространение и ориентировку барханов и барханных цепей;

е/ естественную влажность песков, наличие горизонта "подвешенной" влаги (на глубине 0,7-I,0 м);

ж/ наличие растительности и условия ее существования: видовой и возрастной состав кустарников, густоту стояния их, приуроченность к элементам рельефа (на вершинах бугров и т.д.), видовой состав, распространение, густоту и приуроченность травяной растительности;

з/ сроки, способы и результаты ранее проводившихся работ по закреплению песков.

3. Конструкции земляного полотна

При выборе конструкций земляного полотна в условиях распространения подвижных песков необходимо в первую очередь учитывать требования:

а/ беспрепятственного переноса песка через дорогу без его задержки на ней или вблизи нее;

б/ предохранения земляного полотна от выдувания;

в/ сохранения существующей растительности (в заросших песках).

В барханных песках земляное полотно следует проектировать, как правило, в насыпях небольшой высоты (0,5-0,6 м), рассматривая выемки, как редкое и нежелательное исключение ввиду значительных трудностей их защиты от песчаных заносов. Необходимо стремиться к созданию продольного профиля дороги, в наибольшей степени соответствующего естественному рельефу местности. При близких грунтовых водах или возможности длительного подтопления земляного полотна (например, на участках солончаков или такыров, окаймленных барханными песками или граничащих с ними), высота насыпи определяется минимальным возвышением дна корыта над расчетным горизонтом грунтовых или поверхностных вод (при возведении насыпей из песков - 0,5-0,8 м, - в зависимости от степени засоления грунта основания насыпи).

В случае возведения насыпи с использованием одной из барханных цепей, вытянутых вдоль трассы, эта насыпь должна быть на 0,5–0,6 м выше соседних цепей.

В барханных песках земляное полотно устраивают с применением безрезервного профиля, как правило, за счет поперечной надвижки песка с придорожных полос, планируемых в целях защиты дороги от песчаных заносов. Земляному полотну придают обтекаемую форму (рис.2). Это достигается устройством откосов крутизной I:4, их плавным сопряжением с обочинами и поверхностью земли кривыми радиусом 3–5 м, приданием проезжей части поперечного уклона, равного 2%, а обочинам – 4–5%. Планируемым придорожным полосам придают поперечный уклон I–2% в сторону от земляного полотна. Рационально придавать им форму широких резервов глубиной не более 20 см с уклоном I–2% к их оси (см.рис.2).

В заросших и полузаросших песках земляное полотно устраивают, как правило, в нулевых отметках. При необходимости устройства насыпей поперечная надвижка песка не допускается, во-избежание уничтожения растительности в придорожной полосе. Насыпи безрезервного профиля возводят за счет продольного перемещения песка из выемок или путем его транспортировки из сосредоточенных резервов, закладываемых с подветренной стороны, на расстоянии 50–I00 м от оси дороги (рис.3-а). Крутизну откосов насыпей в заросших песках можно увеличивать до I:2.

При необходимости устройства выемок глубиной до 2 м, их устраивают в барханных песках по типу раскрытых выемок с откосами крутизной не более I:I0 (рис.4-а). В районах с количеством осадков более I00–I50 мм в год, где, по опыту эксплуатации существующих дорог, в песчаных выемках необходим водоотвод, их разделывают под насыпь высотой 0,3–0,4 м с откосами крутизной I:4 (рис.4-б). Выемки глубже 2 м устраивают с откосами I:2 и разделывают под насыпь высотой 0.3–0,4 м с откосами I:4. Между этой

насыпью и откосами выемки устраивают бермы шириной 10-20м, спланированные с уклоном 1-2% в стороны от насыпи (рис. 4-в). Длина такой выемки не должна превышать 100-150 м.

В заросших и полузаросших песках устройство раскрытых выемок и разделка их под насыпь не рекомендуются. Выемки, при их необходимости, устраивают минимальной возможной ширины, с откосами 1:2 (рис.3-б).

Для возможности проезда по готовому земляному полотну автомобилей и дорожных машин, а также для предотвращения погружения в песок частиц материала основания и улучшения условий его уплотнения, между земляным полотном и основанием дорожной одежды на насыпях и в выемках устраивают защитный слой из связного материала, укладываемый на всю ширину земляного полотна. Наиболее дешевым местным материалом, пригодным для устройства защитного слоя, является связный грунт (глина, тяжелый суглинок). Рекомендуемая толщина защитного слоя между земляным полотном и основанием - от 10-15 до 20-30 см, в зависимости от вида связного грунта (чем тяжелее грунт, тем тоньше может быть его слой).

Пример конструкции земляного полотна с защитным слоем из связного грунта и укрепленными обочинами показана на рис.5.

При отсутствии связного грунта, пригодного для устройства защитного слоя, этот слой можно устраивать из песка или мелкого гравия, укрепленных органическими вяжущими материалами.

В целях защиты откосов от выдувания и осыпания, а также для улучшения условий переноса песка через дорогу под действием ветра, необходимо укреплять откосы укладкой защитного слоя из связного грунта или минеральных материалов, укрепленных органическими вяжущими:

а/ откосы насыпей (включая малые насыпи в выемках - рис.4-б и в);

б/ откосы глубоких выемок (рис.4-в);

в/ откосы выемок в заросших и полузаросших песках (рис.3-б).

У подошвы откоса защитным слоем покрывают также часть придорожной полосы или бермы на ширину I-2 м (создавая "замок").

Рекомендуемая толщина защитного слоя связного грунта на откосах - I5 см.

При расчете толщины дорожной одежды земляное полотно из мелкого барханного песка с защитным слоем из связного грунта рекомендуется условно рассматривать, как однородную среду. Как показали результаты проведенных весной I96I г. испытаний земляного полотна ряда дорог Туркменской ССР, при условии устройства монолитного водонепроницаемого покрытия модуль деформации песчаного земляного полотна с защитным слоем может быть принят равным 300-350 кг/см2. Это дает возможность для дорог IУ-У категорий принимать минимальную конструктивную толщину слоев дорожной одежды[x/] (например, покрытие из гравия, обработанного битумом, толщиной 5-6 см на гравийном основании толщиной I0-I2 см).

4. Защита дороги от песчаных заносов

Опыт показал, что решение задачи защиты от песчаных заносов дороги, построенной в условиях распространения подвижных песков, должно быть комплексным и включать:

а/ рациональный выбор трассы с максимальным использованием незаносимых участков местности и элементов рельефа;

б/ создание условий, облегчающих перенос песка через дорогу в виде ветропесчаного потока (обтекаемый поперечный профиль земляного полотна, планировка придорожных полос);

---

x/ Инструкция по назначению конструкций дорожных одежд нежесткого типа ВСН-40-60 Минтрансстроя СССР.

б/ на участках пересечения дорогой подвижных форм рельефа или приближения ее к этим формам – закрепление их механической защитой или другими временными средствами с одновременным осуществлением фитомелиорации, являющейся основным и единственно надежным способом закрепления песков;

г/ защиту как естественной, так и искусственно насаженной растительности в пределах определенной полосы местности, примыкающей к дороге;

д/ активную борьбу с песчаными заносами путем систематической планировки придорожных полос в местах, где на этих полосах под действием ветра образуются сосредоточенные подвижные скопления песка.

Каждое из этих мероприятий в отдельности необходимо, но недостаточно для создания возможности нормальной эксплуатации дороги в песках.

На песчаных массивах, примыкающих к дороге, во всех случаях следует выделять охраняемую полосу, в которой подлежат охране:

а/ механическая защита;

б/ участки закрепленной поверхности песков;

в/ естественная и искусственно насажденная растительность;

г/ естественная поверхность песков (охраняется от разрыхления).

Ширина охраняемой полосы назначается в зависимости от конкретных местных условий (рельеф песков, степень их закрепленности, характер хозяйственного использования территории, расположение населенных пунктов и т.п.), по согласованию с соответствующими местными органами. Возможная ширина этой полосы – от 50 до 500 м в каждую сторону от оси дороги. Внешняя граница охраняемой полосы проводится, по возможности, по наиболее заметным элементам рельефа и обозначается соответствующими знаками.

В пределах охраняемой полосы после окончания строительства дороги запрещаются:

а/ земляные работы всех видов;

б/ движение транспорта и прогон скота вне отведенных для этого и обозначенных на местности путей;

в/ работы, связанные с уничтожением или повреждением растительности: заготовка топлива, хвороста, травы (сена), посадочного материала, выпас скота и т.п.

В барханных песках на участках пересечения дорогой подвижных форм рельефа или приближения ее к этим формам рекомендуется, помимо создания обтекаемого поперечного профиля земляного полотна:

а/ планировать по обе стороны земляного полотна придорожные полосы, разравнивая на них подвижные формы рельефа;

б/ за пределами указанных полос закреплять подвижные формы, чтобы предотвратить их перемещение на эти полосы и приближение к дороге.

Примерная схема защиты дороги от песчаных заносов показана на рис.6.

Спланированную полосу рекомендуется устраивать шириной:

а/ в местах распространения крупных и очень крупных подвижных форм рельефа (барханы, барханные цепи) - 25-40 м и более, в зависимости от местных условий;

б/ в местах распространения средних форм - 20-25 м;

в/ в местах распространения мелких форм - 15-20 м.

В связи с необходимостью систематической повторной планировки придорожных полос для предотвращения образования на них сосредоточенных скоплений песка, укрепление поверхности этих полос нерационально.

ширина участков, на которых осуществляется закрепление подвижных форм рельефа (за пределами спланированных полос), устанавливается в зависимости от характера рельефа песков, степени их подвижности, зараженности, условий фитомелиорации и др. Возможные пределы этой ширины: от 25-40 до 125-150 м и более.

Основным методом закрепления песков является их закрепление растительностью (фитомелиорация). При этом вспомогательным средством, приостанавливающим движение песков на период прорастания семян и укрепления корневой системы растений, служат механическая защита или другие способы фиксации поверхности песков.

Растительностью закрепляются:

а/ барханные и слабозаросшие пески, а в благоприятных условиях увлажнения также и пески, на которых образуется ветровая рябь;

б/ очаги дефляции ("язвы" и котловины выдувания) в полузаросших и заросших песках.

Закрепление песков растительностью осуществляется по обе стороны дороги, если ось ее совпадает с направлением движения песков или составляет с ним угол меньше 30°, и только с наветренной стороны дороги, если пески имеют явно выраженное поступательное движение, направленное под углом больше 30° к оси дороги, а заносы с противоположной стороны дороги невозможны.

Фитомелиорация песков в целях защиты дорог от песчаных заносов может осуществляться путем равномерного заращивания песков или линейного размещения посадок.

При равномерном заращивании ("сплошном облесении") на всей облесенной площади, в частности на широкой полосе вдоль дороги, движение песков прекращается и рельеф постепенно выполаживается.

При линейном размещении посадок ("живые изгороди") движение песков останавливается линиями защиты и вдоль

этих линий накопляются валы песка, скрепленные побегами и придаточными корнями.

Сплошное облесение применяется как основной способ закрепления песков всюду, где условия произрастания растений (в первую очередь влажность песков) позволяют создать достаточно густые насаждения, необходимые для полной остановки движения песка. Оценка условий произрастания производится по данным обследования по опыту фитомелиоративных работ и по состоянию естественной растительности в сходных условиях ближайших районов.

"Живые изгороди" рекомендуется применять в случаях, когда нет уверенности, что сплошное облесение гарантирует от заносов: в песках с плохими условиями произрастания, при недостаточном увлажнении, а также на солончаках и на твердых сухих грунтах, подстилающих движущийся песок. Живые изгороди образуются посадкой черенков двойными (спаренными) рядами с расстояниями по 0,5 м как в рядах, так и между ними. На I-2 м от дороги высаживается еще один двойной ряд, а при большом приносе песка, еще на 5-I0 м от дороги высаживается третий ряд. Черенки длиной 40-50 см сажают вровень с поверхностью песка. Одновременно с посадкой черенков устанавливают механическую защиту.

На солончаках и сухих твердых грунтах живые изгороди следует высаживать по предварительно накопленным механическими защитами песчаным валам высотой I м и выше. При очень сильном приносе песка, когда посадки страдают от чрезмерного засыпания, надо накапливать валы большей высоты, что снижает интенсивность засыпания.

Следует отметить, что способ закрепления песков "живыми изгородями" еще недостаточно проверен в качестве способа защиты дорог от песчаных заносов и рекомендуется в опытном порядке.

Для предохранения посадок и посевов от выдувания применяют следующие способы:

а/ устилочно-рядовая защита - укладка камыша или травы поперечными к направлению ветра рядами, шириной 25-30 см (при продольной укладке) или 50-70 см (при поперечной укладке травы в ряду). Промежутки между рядами принимаются 2-4 м. Ряды закрепляются легкой присыпкой песком и притрамбовываются. Расход материала - от 30 до 90 м3/га. Выработка на человеко-день - от 420 до 1000 п.м ряда. Этот вид защиты рекомендуется в районах с ветрами средней силы;

б/ стоячие полуявные (полускрытые) защиты устанавливаются поперечными к ветру рядами или клетками 2х2, 3х3 или 4х4 м. Траву или резаный камыш длиной от 25 до 70 см устанавливают в канавки глубиной 20-30 см в виде заборчика толщиной 6-8 см, выравнивают вертикально (для полустоячих защит - с наклоном по ветру под углом 20-25°), присыпают песком и притрамбовывают. Лучшее время установки - декабрь. Расход материала - от 60 до 100 м3/га, выработка 70-150 п.м ряда на человеко-день. Защита этого вида выдерживает сильные ветры. Ее недостаток - иссушение песка, ухудшающее условия развития растений;

в/ временное закрепление поверхности песка битумной эмульсией. Расход битума (марок 1 и 2) - 1,0-1,5 т/га, воды 10-20 м3/га. Получающаяся корка проницаема для воды, не мешает всходам, но легко подвергается механическим повреждениям. Края корки необходимо предохранять от выдувания из-под нее песка устилочно-рядовой защитой или песчаным "замком" - заглублением краев корки в песок на 15-20 см.

При выборе видов растений для закрепления песков желательно использовать местные виды, лучше других развивающиеся в данных условиях.

Наиболее рационально применять растения, хорошо развивающиеся как на незаросших, так и на заросших песках.

В проекте Технических Указаний даны конкретные рекомендации по выбору растений различных видов для закреп-

ления песков в различных условиях.

5. Особенности организации работ по возведению земляного полотна в песках

Земляное полотно в песках наиболее рационально возводить в зимне-весенний период. В этот период, благодаря наличию влаги в песке, производительность землеройных машин существенно повышается, по сравнению с летним периодом, а также улучшаются условия проезда автомобилей.

Для возведения насыпей в барханных песках путем поперечного перемещения песка с придорожных полос наиболее рационально применение бульдозеров. Расстояние перемещения песка бульдозерами как правило - 15-25 м и в отдельных случаях - до 40-50 м. В целях повышения производительности рационально использование бульдозеров с боковыми щеками. Придорожные полосы, после их разравнивания бульдозерами, планируют прицепными грейдерами.

В виде исключения (например, на обарханенных солончаках при близких грунтовых водах) допускается увеличение расстояния перемещения песка до 80-100 м. В этом случае применяют метод перемещения с промежуточными валами. При необходимости перемещать песок на большие расстояния, а также при продольном перемещении, следует использовать транспортные средства (прицепные тележки на тракторной тяге и др.).

В зимне-весенний период для земляных работ во влажных песках возможно применять скреперы, с использованием бульдозеров в качестве толкачей (опыт дорожников Казахской ССР).

В связи с тем, что плотность одноразмерных барханных песков изменяется в зависимости от влажности и под действием нагрузки в сравнительно узких пределах, и поэтому уплотнение этих песков малоэффективно, допускается возводить из этих песков земляное полотно без искусственного увлажнения и уплотнения.

Связный грунт для устройства защитного слоя и укрепления откосов разрабатывают в карьерах или сосредоточенных резервах с помощью экскаваторов или бульдозеров. Влажность грунта должна быть близкой к оптимальной, поэтому наиболее рационально устраивать защитный слой и укреплять откосы в зимне-весенний период, сразу после возведения насыпи из песка. Применение переувлажненных грунтов для указанных целей не допускается. Применение грунтов с влажностью ниже оптимальной нежелательно ввиду трудности их равномерной укладки и необходимости искусственного увлажнения при уплотнении.

Разработанный связный грунт грузят экскаваторами или механическими погрузчиками в автомобили-самосвалы, прицепные тракторные тележки или другие транспортные средства, вывозят на земляное полотно и последовательно укладывают методом "от себя".

При устройстве защитного слоя под дорожной одеждой связный грунт разравнивают бульдозерами, планируют автогрейдерами и немедленно после планировки укатывают катками на пневматических шинах или тяжелыми гладкими катками. При недостатке влаги в грунте, его перед уплотнением увлажняют до оптимальной влажности. Плотность грунта защитного слоя должна составлять не менее 0,98 от максимальной при стандартном уплотнении[x/]. При устройстве защитных слоев на откосах грунт разравнивают прицепными грейдерами и укатывают прицепными гладкими катками.

Чтобы не допустить пересыхания и частичного выдувания защитного слоя необходимо немедленно после его укладки устраивать основание. При устройстве основания из грунтовых или гравийных смесей, обработанных вяжущими материалами, эти смеси целесообразно готовить не на дороге, а в установке, с последующей вывозкой и укладкой их на уплотненный защитный слой.

---

x/ Инструкция по определению требуемой плотности и контролю за уплотнением земляного полотна автомобильных дорог ВСН-55-61 Минтрансстроя СССР.

На вновь строящихся дорогах рекомендуется возможно раньше, до начала строительства, выделять охраняемые полосы и начинать их охрану, а если нужно, то и закрепление песков. Работы по установке механической защиты на участках закрепления песков необходимо выполнять либо до начала работ по возведению земляного полотна, либо одновременно с этими работами.

При строительстве дорог в заросших песках необходимо свести к минимуму повреждение растительности, нарушение рельефа и разрыхление поверхности песков. Для этого нужно:

а/ закладывать резервы только с подветренной стороны, на расстоянии не менее 50-100 м от оси дороги, на наименее заросших или незаросших участках;

б/ стоянки механизмов и жилье устраивать за пределами охраняемой полосы;

в/ движение транспорта и механизмов ограничить узкой полосой строящейся дороги и специальными проездами;

г/ откосы насыпей и выемок и другие оголенные при строительстве поверхности закреплять сразу после возведения земляного полотна.

На участках пересечения дорогой подвижных форм рельефа, во избежание образования скоплений песка на земляном полотне и придорожных полосах, а также выдувания земляного полотна в процессе его возведения, рекомендуется строить дорогу небольшими последовательно расположенными участками (захватками) с осуществлением на каждом из них за смену всех земляных работ, включая устройство защитного слоя и укрепление откосов, а также работ по установке механической защиты. Непосредственно вслед за этим устраивают поточным методом основание дорожной одежды.

В связи с тем, что на участках движения песков в виде подвижных форм рельефа необходима систематическая

повторная планировка придорожных полос, особенно - в период до закрепления песков вблизи этих полос растительностью, - такая планировка должна быть предусмотрена не только в период эксплуатации дороги, но и в период ее строительства. Это требует включения соответствующих работ и средств для их выполнения в проект и смету на строительство дороги.

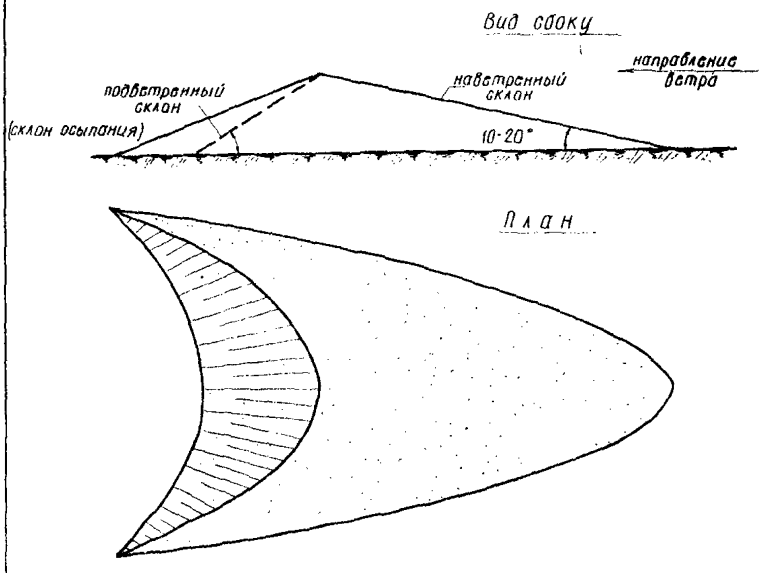


Рис. 1 Схема бархана

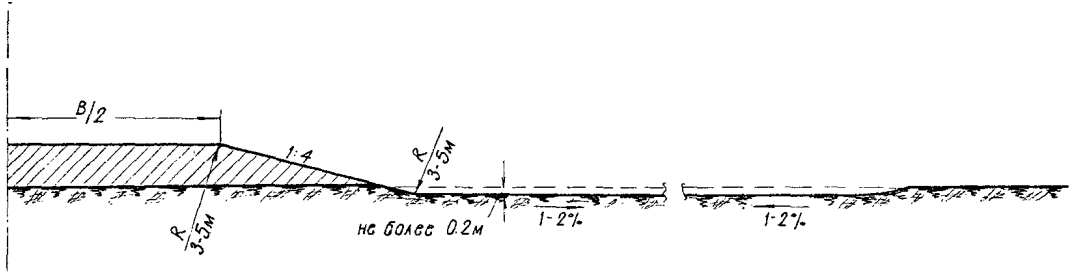


Рис. 2 Насыпь обтекаемого профиля в барханных песках

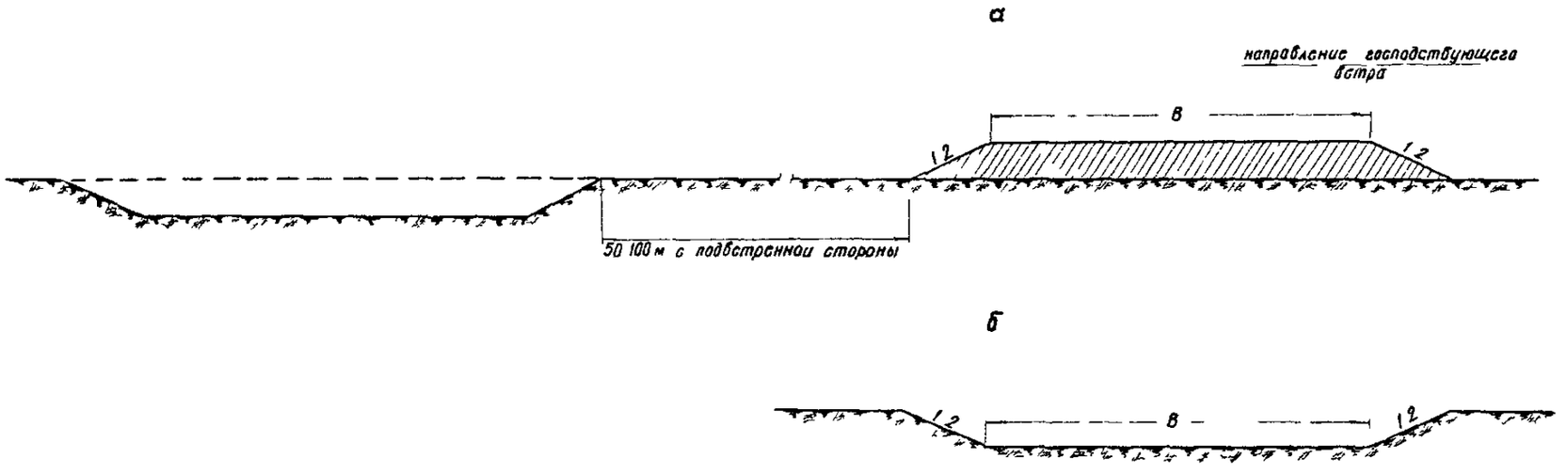


Рис 3 Поперечные профили земляного полотна в заросших песках

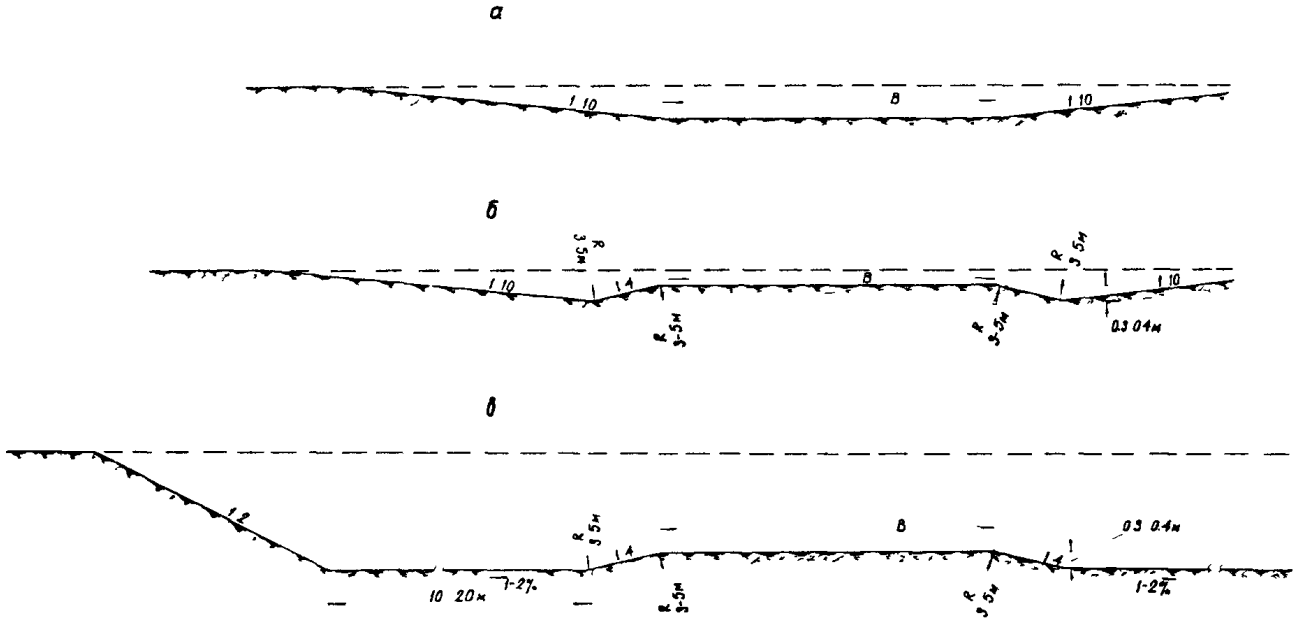


Рис 4 Поперечные профили выемок в барханных песках

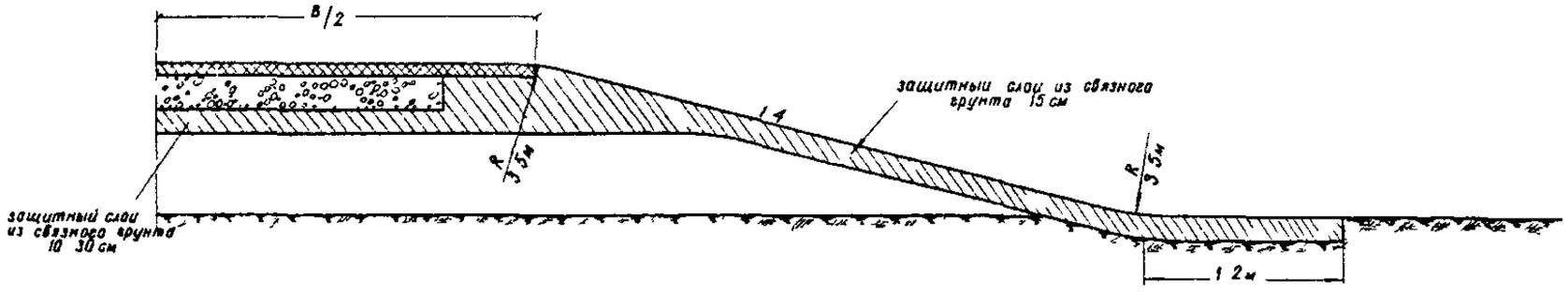
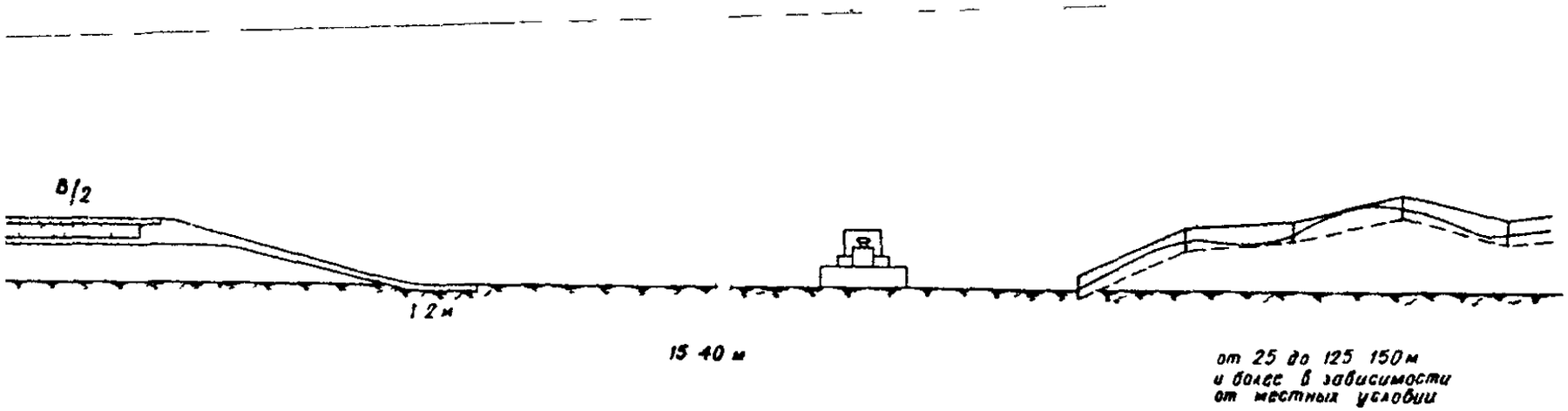


Рис 5 Пример конструкции земляного полотна с защитным слоем из связного грунта



дорога обтекаемого профиля с укрепленными откосами и обочинами

спланированная полоса систематически подвергаемая повторной планировке

полоса закрепления песков механической защитой и растительностью

Рис 6 Схема защиты дороги от песчаных заносов

gost.e-ecolog.ru