

И.И.ЛЕОНОВИЧ, д-р техн. наук,
Т.К.БОГДАНОВИЧ, канд. техн. наук (БПИ)

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ВЫСОТЫ НАСЫПЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ БЕЛОРУССИИ

Устойчивость и прочность земляного полотна во многом зависят от правильного определения его высоты. Вопрос о высоте насыпи сельскохозяйственных дорог необходимо решать комплексно с учетом водно-теплового режима земляного полотна, наименьшей полосы отвода, занимающей плодородные почвы, незаносимости дороги. Чтобы наиболее полно учесть все эти факторы, необходимо на территории БССР выделить характерные типы грунтов, а также районы по климатическим условиям и по условиям снеготранспортируемости.

По снеготранспортируемости дорог на территории Белоруссии можно выделить четыре района (рис. 1). Характеристика этих районов приведена в табл. 1.

Снеготранспортируемость транспортных путей увеличивается с юго-запада на северо-восток, достигая максимума в районе Витебск — Орша — Горки. Повышенная снеготранспортируемость дорог отмечается и на возвышенности Белорусской гряды. Максимальный объем приноса снега к дорогам составляет от $50 \text{ м}^3/\text{м}$ в крайних юго-западных районах до $150 \text{ м}^3/\text{м}$ на северо-востоке республики.

Исходя из климатических условий территорию Белоруссии разделяют также на четыре зоны. На рис. 1 показана схематическая совмещенная карта территории БССР, на которой нанесены различные типы грунтов и изолиниями выделены различные районы по климатическим условиям и по условиям снеготранспортируемости. Эту карту необходимо принимать во внимание при расчете высоты насыпей сельскохозяйственных дорог. Высоту насыпей следует определять по расчетной схеме, соответствующей условию, наиболее характерному для БССР: уровень грунтовых вод расположен на такой глубине, что приток влаги существенно влияет на глубину промерзания [1].

По этой расчетной схеме минимальное возвышение бровки земляного полотна над уровнем грунтовых вод определяется как сумма глубин промерзания грунта и минимального расстояния между границей промерзания и уровнем грунтовых вод:

$$H_{з.п} = Z \left(1 + \frac{kS}{g\alpha} \right),$$

где Z — глубина промерзания грунта, м; k — коэффициент фильтрации грунта, см/сут; S — всасывающая сила грунта, см; g — удельный допустимый приток влаги; α — климатический коэффициент, $\text{см}^2/\text{сут}$.

Значения всасывающей силы S , коэффициента фильтрации k и допустимого удельного притока влаги g для разных грунтов приведены в табл. 2.

Значение коэффициента α для условий БССР находится в пределах 50 — $110 \text{ см}^2/\text{сут}$.

Применительно к этой расчетной схеме в зависимости от типа грунта, глубины промерзания, удельного влагонакопления и климатического коэффициента была определена [2] высота насыпи над уровнем грунтовых вод, которую можно принимать как минимальную для местных дорог Белоруссии (табл. 3).

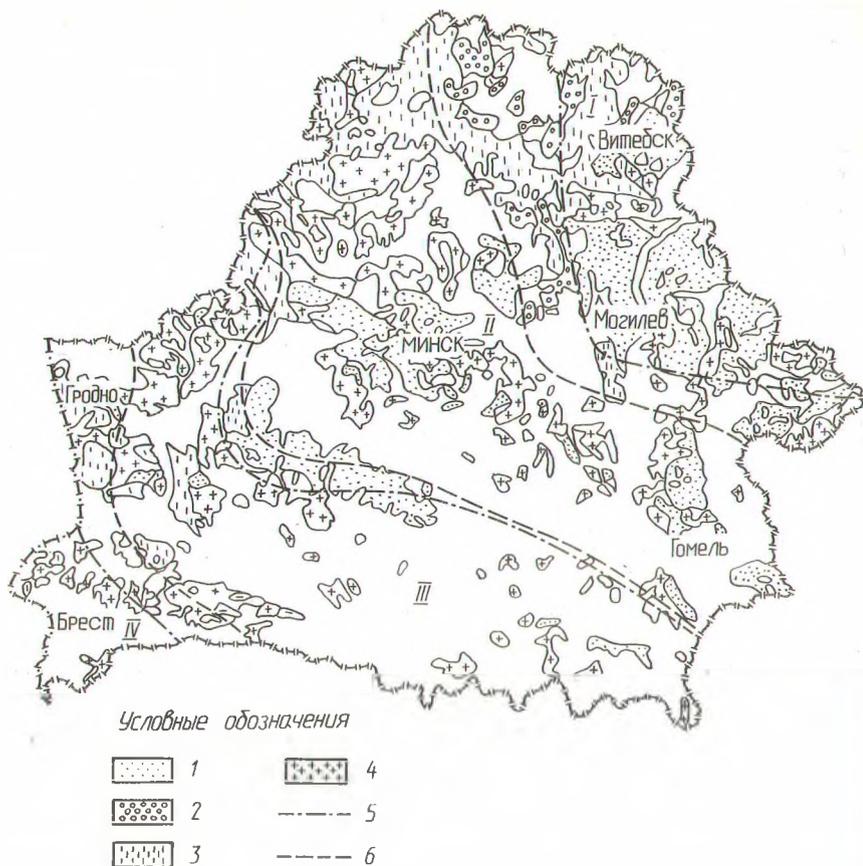


Рис. 1. Схематическая карта Белорусской ССР с обозначением грунтов, климатических районов и районов по снегозаносимости: 1 — пылеватые суглинки; 2 — пылевато-песчанистые и песчанистые супеси; 3 — озерно-и валунно-ледниковые глины и суглинки; 4 — валунно-ледниковые супеси; 5 — граница зон снегозаносимости; 6 — граница климатических зон.

Таблица 1

Характеристика районов по снегозаносимости

№ района	Расположение района республики	Объем снегоприноса к дорогам, м ³ /км	Средняя продолжительность устойчивого снежного покрова, дней	Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова, м
I	Северо-восточная часть	до 150	свыше 120	до 0,40
II	Центральная и восточная части	до 100	80—100	0,25—0,30
III	Западная и южная части	до 75	60—80	0,15—0,20
IV	Юго-западная часть Брестской области	до 50	менее 60	до 0,15

Т а б л и ц а 2

Значения параметров для определения запаса возвышения бровки

Грунт	k, см/сут	S, см	g
Пески мелкие	от 80 до 8	от 4 до 6	0,22–0,26
Супеси	8–0,1	6–70	0,12–0,20
Пылеватые грунты	1–0,08	15–90	0,14–0,20
Суглинки пылеватые	0,1–0,001	70–3400	0,09–0,13
Глинистые грунты	0,001 и менее	34 и более	0,07–0,11

Т а б л и ц а 3

Минимальное возвышение бровки земляного полотна над уровнем грунтовых вод

Тип грунта	Высота насыпи для климатических зон БССР, м			
	I	II	III	IV
Супесчаный	1,72	1,65	1,58	1,30
Пылеватый	2,00	1,90	1,70	1,41
Суглинок тяжелый	2,04	1,95	1,72	1,40
Глинистый	2,40	2,30	2,04	1,60

Не менее важный фактор, чем водно-тепловой режим земляного полотна, который необходимо учитывать при назначении высоты насыпи, — это снегозапасимость дороги.

Один из распространенных способов борьбы с заносами — защита дороги от переносимого метелью снега.

Преграды, защищающие дороги от снежных заносов, очень разнообразны. Это щиты, заборы, изгороди из хвороста, древесные и кустарниковые насаждения. Однако все они увеличивают полосу отвода, что влечет за собой дополнительное изъятие земель у землепользователей. А для нашей республики проблема эффективного использования земельных ресурсов имеет особо важное значение, так как в Белоруссии, относящейся к густонаселенным и наиболее освоенным районам страны, на душу населения приходится всего 0,7 га обрабатываемых земель. Поэтому целесообразно предотвращать снежные заносы другим способом, например устраивая достаточно высокие насыпи. Насыпь, преграждая путь воздушному потоку, суживает его сечение, воздух проходит над насыпью с повышенной скоростью, и снег не выпадает из потока, а переносится через дорогу. Чем выше насыпь, тем больше скорость обтекающего ее воздушного потока.

Высота незаносимой насыпи определяется по формуле $H_{з.п} = H_c + \Delta H$, где H_c — высота снежного покрова; ΔH — возвышение насыпи над снежным покровом.

Возвышение насыпи над снежным покровом ΔH определяется с таким расчетом, чтобы обеспечить надежную продуваемость. Для дорог IV и V категорий $\Delta H = 0,5$ м.

С учетом вышеизложенного минимальная высота незаносимой снегом насыпи в зависимости от районирования БССР по условиям снегозаносимости находится в следующих пределах: для первого района — 0,9 м, для второго — 0,75–0,80, для третьего — 0,65–0,7, для четвертого — 0,65 м.

Однако способность снеговетрового потока обтекать насыпь без образования отложений зависит не только от высоты насыпи $H_{з.п}$, но и от отношения высоты ее к ширине $B_{з.п}$: $\varphi = H_{з.п}/B_{з.п}$.

При $\varphi > 0,07$ насыпь будет продуваться и скорость ветра над насыпью будет более чем на 10% превышать полевую скорость ветра, измеренную на той же высоте. При этом транспортирующая способность снежного потока увеличивается на 40–50% [3].

Чтобы φ было более 0,07, насыпь с шириной земляного полотна поверху 10 м и заложением откосов 1:2 должна быть высотой более 1 м. Для высоты насыпи от 1 до 2 м φ находится в пределах 0,07–0,11.

Таким образом, при изысканиях и проектировании сельскохозяйственных дорог к определению высоты насыпи должен быть дифференцированный подход, учитывающий водно-тепловой режим земляного полотна, заносимость дороги и рельеф местности.

При этом необходимо учитывать ряд особенностей.

1. Если дорогу запроектировать в зоне снижения скорости воздушного потока, создаваемого рельефом местности, то это будет способствовать ее заносимости. Сооружение дороги вдоль направления господствующих метельных ветров, наоборот, уменьшит ее заносимость.

2. Если дорога будет проходить по косоугору, то надо выбирать менее заносимый его участок. На наветренных склонах зоны снижения скорости обтекающего их воздушного потока расположены у подошвы. Верхняя часть наветренного косоугора хорошо продувается ветром. Пройдя через вершину возвышенности, снежно-ветровой поток снижает скорость, и на подветренной стороне снег обильно выпадает из потока, образуя снежные заносы. Поэтому дорогу надо проектировать в пределах средней или верхней части наветренного косоугора, а также по водоразделу.

3. Водоразделы хорошо продуваются ветром, но метели на них бывают чаще, чем в долинах. Поэтому предпочтение надо отдавать долине. При этом дорогу следует прокладывать не ближе 50–60 м от ближайшей возвышенности, чтобы отрицательно не сказывалось ее влияние.

4. При небольшой интенсивности движения иногда целесообразно даже увеличить длину трассы, чтобы расположить ее более выгодно с точки зрения снегонезаносимости. И в этом случае может быть достигнута существенная экономия суммарных приведенных затрат за счет отказа от изъятия ценных земельных угодий под снегозащитные полосы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонович И.И., Вирко Н.П., Богданович Т.К. Пособие по расчету земляного полотна и одежды автомобильных лесовозных дорог. — Минск, 1968, с. 150.
2. Вирко Н.П. Исследование водно-теплого режима земляного полотна и учет его при проектировании автомобильных лесовозных дорог Белоруссии: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Минск, 1970. — 25 с.
3. Бялобжеский Г.В. Дороги и грозные явления природы. — М., 1981, с. 143.