

Л.И. САМОЙЛОВА

**ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине  
"Технология и организация строительства автомобильных дорог"

Общие положения

При строительстве автомобильных дорог широко используют производственные предприятия по:

- добыче горной породы (**карьеры**),
- переработке и обогащению каменных материалов (**камнедробильные заводы - КДЗ**),
- подготовке к использованию органических вяжущих (**битумные и эмульсионные базы**),
- приготовлению асфальтобетонных смесей (**асфальтобетонные заводы - АБЗ**),
- приготовлению цементобетонных смесей (**цементобетонные заводы - ЦБЗ**),
- изготовлению сборных железобетонных изделий и конструкций (**заводы железобетонных изделий - ЖБИ**).

Таблица 1

Перечень лабораторных работ

№	Наименование лабораторной работы
1.	Выбор комплекта технологического оборудования завода
2.	Расчет запасов материала на складе
3.	Расчет потребности грузового автотранспорта
4.	Технологическая схема приготовления полуфабриката
5.	Генеральный план завода

Исходные данные

Производственное предприятие дорожного строительства - АБЗ.

Автомобильная дорога - 3 категория.

Район строительства - г. Владимир.

Толщина асфальтобетонного слоя - 6 см.

Годовой объем строительства - 60 000 м.

Вид, тип асфальтобетона - горячий мелкозернистый плотный тип Б марка 2.

Дальность транспортирования материала:

- Щебень - 70 км;
- Песок - 5 км;
- Минеральный порошок - 90 км;
- Битум - 220 км.

## Лабораторная № 1

### Выбор комплекта технологического оборудования завода

Завод - комплекс технологического, складского, энергетического и вспомогательного оборудования. Выбор типов и количества комплектов технологического оборудования для приготовления полуфабриката, изделия осуществляют по **требуемой часовой производительности завода.**

Для расчета требуемой производительности завода вначале необходимо определить *продолжительность работы завода и потребное количество* полуфабриката, материала или изделия.

Продолжительность строительного сезона зависит от группы работ, которую определяют по допускаемой температуре воздуха для заданного завода (табл. 2), и климатических условий района строительства (приложение табл. П1).

Таблица 2

#### Классификация дорожных работ

Группа работ	Наименование работ	Допускаемая температура воздуха, °С
0	Подготовительные, сосредоточенные земляные работы, строительство труб и мостов	Ниже 0
1	Линейные земляные работы, устройство слоев дорожной одежды из песка, щебня, гравия, сборного железобетона	Выше 0
2	Устройство слоев дорожной одежды из черного щебня, асфальтобетона, монолитного цементобетона и смесей, приготовленных в установке	Выше + 5 (весной) + 10 (осенью)
3	Устройство слоев дорожной одежды из грунтов и щебня, укрепленных вяжущими смешением на дороге	Выше + 10
4	Устройство поверхностной обработки	Выше + 15

Количество рабочих смен завода  $T_p$  определяем по формуле и заносим в табл. 3:

$$T_p = T_o - T_b - T_k - T_n,$$

где  $T_o$  - количество календарных дней в течение строительного сезона в зависимости от района строительства по группам работ определяется по приложению табл. П1;

$T_b$  - выходные и праздничные дни выписываются из календаря на год строительства, в строительный сезон все субботние дни бывают рабочими;

$T_k$  - простои по климатическим условиям из-за метелей и ливней;

$T_n$  - время на ремонт и профилактику машин, простои по организационным причинам,  $T_n = 0,07 T_o$ .

Простои по климатическим условиям из-за метелей и ливней  $T_k$  для IV - II дорожно-климатической зоны составляют соответственно от 10 до 30 дней в году.

По категории дороги, используя СП 34.13330 или по приложению табл. П3 назначить ширину проезжей части, укрепленной полосы обочины и земляного полотна автомобильной дороги. Нарисовать конструкцию дорожной одежды (рис. 1).

Необходимое количество материала, полуфабриката или изделия для строительства слоя дорожной одежды на  $1\ 000\ м^2$  определяют из ГЭСН-2001 сб. 27 или по приложению табл. П4.

Из ГЭСН-2001 сб. 27 или по приложению табл. П4 определяют для АБЗ расход асфальтобетонной смеси  $Q_{гэсн}$  на  $1\ 000\ м^2$  при заданной толщине слоя и заносят в табл. 5.



Определение требуемой часовой **эксплуатационной** производительности завода П (т/ч) произвести по формуле :

$$П = Q_{Г} / (t T_{р} K_{см} K_{сез});$$

где  $Q_{Г}$  – объем работ в год по табл. 4, т;

$T_{р}$  – количество рабочих смен завода по табл. 3, смен;

$t$  – продолжительность смены,  $t = 8$  ч;

$K_{см}$  – коэффициент использования оборудования в течение смены,  $K_{см} = 0,9$ ;

$K_{сез}$  – коэффициент использования оборудования в течение строительного сезона,  $K_{сез} = 0,8$ .

Необходимо выбрать комплект технологического оборудования завода по требуемой часовой **технической** производительности завода, используя справочную и учебную литературу или табл. 5 – 6. **Техническая** производительность комплекта технологического оборудования должна быть больше на 10 - 20 %, чем **эксплуатационная** производительность завода.

Выписать все показатели выбранного комплекта оборудования.

Количество комплектов оборудования  $N$  завода определить по формуле:

$$N = П / П_0 ,$$

где  $П$  – **эксплуатационная** часовая производительность завода, т/ч;

$П_0$  – **техническая** производительность комплекта оборудования завода, принятая по справочной и учебной литературе, т/ч.

### **Принципы выбора** комплекта технологического оборудования

- Можно выбрать один более мощный комплект технологического оборудования, но при поломке любого агрегата остановится весь завод.
- Можно выбрать несколько менее мощных комплектов технологического оборудования и при поломке одного агрегата завод не прекратит работу.
- Для завода **АБЗ** подобрать комплект технологического оборудования зарубежного производства для автодорог I – II категории (табл. 6), отечественного производства для автодорог III – IV категории (табл. 5).

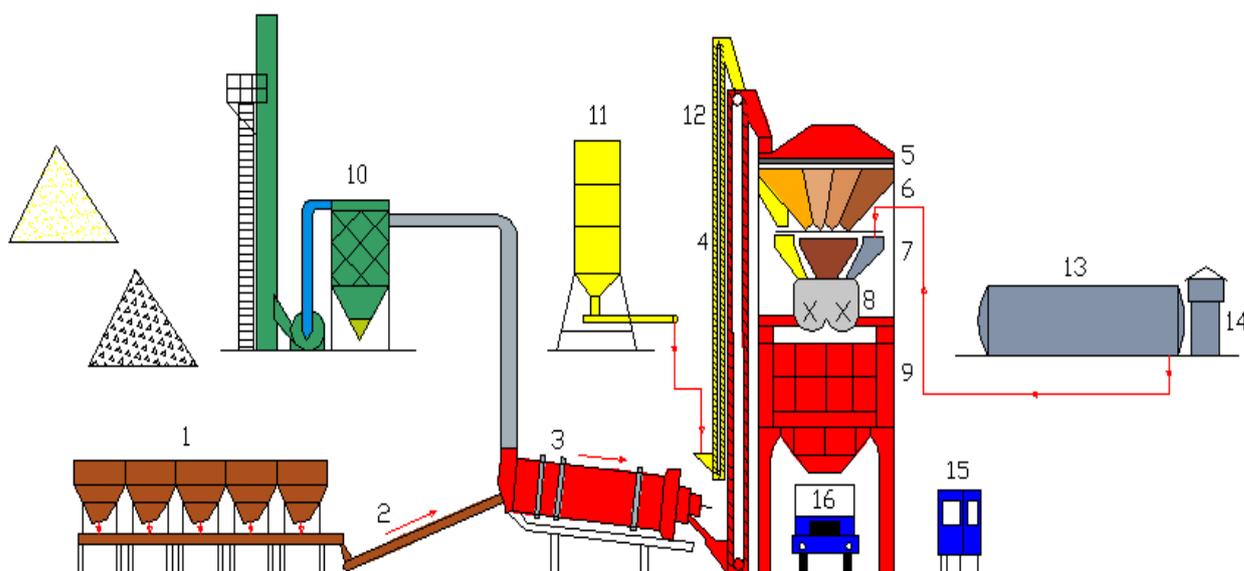


Рис. 2. Асфальтосмесительная установка

Таблица 5

## Отечественные асфальтосмесительные установки

Показатель	Асфальтосмесительная установка						
	ДС-117	ДС-158	ДС-185	ДС-95	ДС-118	ДС-168	ДС-84
Производительность, т/ч	25	32	56	50	100	160	200
Тип установки	Стационарный			Передвижной		Стационарный	
Тип компоновки	Башенный			Партерный		Башенный	
Принцип действия	Периодического действия						
Тип мешалки	Лопастная с принудительным перемешиванием						
Заполнители:							
- количество фракций	3	4	4	4	4	4	6
- объем бункеров, м <sup>3</sup>	12	16	32	16	40	64	60
Масса замеса, т	0,6	0,6	0,7	1,2	3,4	2,2	3,5
Бункер готовой смеси, т	30	40	70	100	100	100	100
Габаритные размеры, м:							
- длина	44	43	46	46	54	55	85
- ширина	34	32	29	17	29	43	67
- высота	20	20	18	15	15	19	27
Масса установки, т	87	95	72	85	120	175	280

Таблица 6

## Зарубежные и отечественные асфальтосмесительные установки

Модель	Производительность, т/ч	Вместимость смесителя, т	Бункеры-преддозаторы		Сушильный барабан		Горячие бункеры		Бункер-накопитель	
			кол-во	емкость, т	длина, м	диаметр, м	кол-во	емкость, т	кол-во	емкость, т
ОАО "САСТА", РОССИЯ										
СА 100	100	1,7	4	8	8,0	1,8	4	10	1	40
СА 160	160	2,0	4	11	8,0	2,2	4	15	1	85
СА 200	200	2,5	4	14	9,0	2,4	4	25	1	85
ОАО "КРЕДМАШ", УКРАИНА										
ДС-185	56	0,7	4	8	5,6	1,4	4	10	1	70
КДМ-201	110	1,5	5	8	8,0	2,0	4	30	1	70
ДС-168	160	2,2	4	16	8,0	2,2	5	15	1	100
AMMANN, ГЕРМАНИЯ										
G-80	80	1,0	4	7,5;	6	1,7	4 - 5	27, 31,	1 - 3	45 - 100
G-120	120	2,0	4	10; 12	7	2,0	4 - 5	55	1 - 3	45 - 100
ASTEC, США										
BGA 3.3	120	1,5	4 - 7	10 - 25	7,3 - 14,3	1,5 - 3	4	27	н.д.	90 - 270
BGA	140	1,82	4 - 7	10 - 25		1,5 - 3	4	45	н.д.	90 - 270

4.0										
BENNINGHOVEN, ГЕРМАНИЯ										
ТВА 120	120	1,6	4 - 10	8, 10, 12, 15	8	2,0	4 - 7	50 - 160	1-4	50 - 300
ТВА 160	160	2,0	4 - 10		8	2,2	4 - 7	50 - 160	1-4	50 - 300
ТВА 200	200	2,5	4 - 10		9	2,4	4 - 7	50 - 160	1-4	50 - 300
BERNARDI, ИТАЛИЯ										
МЈС 60	55	0,9	4	6, 11	6,5	1,3	4	(5 - 13)	1-2	20 - 165
МЈС 75	75	1,22	4	6, 11	8	1,5	4 - 5	(10 - 20)	1-2	20 - 165
МЈС 100	90	1,67	4	11, 14	8	1,75	4 - 6	(10 - 32)	1-2	20 - 165
МЈС 125	135	1,95	4	11,14	8	2,0	4 - 6	(12 - 44)	1-2	20 - 165
МЈС 175	175	2,22	4	11, 20	9	2,2	4 - 6	(15 - 50)	1-2	20 - 165

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П1

Продолжительность строительного сезона

Город, область, край, республика	ДКЗ	Группа работ								
		1			2			3		
		Продолжительность строительного сезона, дни								
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>
Алтайский край	III	12.04	23.10	193	25.04	8.10	165	11.05	19.09	130
Брест	III	11.03	26.11	259	6.04	29.10	205	26.04	5.10	161
Брянск	III	29.03	8.11	225	17.04	14.10	181	6.05	20.09	138
Витебск	III	26.03	11.11	231	16.04	17.10	185	6.05	21.09	139
Владимир	II	2.04	31.10	213	20.04	10.10	174	8.05	17.09	133
Северный Казахстан	III	5.04	29.10	206	19.04	13.10	176	4.05	26.09	144
Луганск	IV	16.03	2.11	252	4.04	30.10	210	22.04	7.10	169
Днепропетровск	IV	9.03	29.11	265	30.03	5.11	220	21.04	15.10	177
Запорожье	IV	6.03	6.12	276	29.03	7.11	224	20.04	17.10	181
Караганда	II	12.04	25.10	195	22.04	10.10	171	3.05	21.09	140
Киев	III	19.03	19.11	246	8.04	27.10	203	28.04	3.10	159
Киров	II	10.04	20.10	194	28.04	30.09	156	16.05	11.09	119
Кокчетав	III	10.04	27.10	199	21.04	9.10	170	7.05	20.09	135
Коми	II	13.04	15.10	186	4.05	15.09	145	27.05	3.09	100
Краснодарский край	IV	15.02	24.12	313	17.03	16.11	245	12.04	27.10	199
Кустанай	III	12.04	26.10	196	21.04	7.10	168	5.05	22.09	139
Санкт-Петербург	II	8.04	27.10	203	25.04	4.10	163	16.05	10.09	118
Новгород	II	2.04	6.11	219	23.04	12.10	173	13.05	16.09	127
Полтава	III	21.03	16.11	241	8.05	26.10	202	27.04	5.10	162
Саратов	III	3.04	4.11	216	16.04	17.10	185	1.05	29.09	152
Ставропольский край	IV	9.03	5.12	272	5.04	4.11	214	30.04	11.10	165

Тамбов	III	31.03	6.11	221	16.04	16.10	184	3.05	23.09	144
Херсон	IV	28.02	13.12	289	26.03	11.11	231	19.04	20.10	186
Хмельницкий	IV	10.03	25.11	261	3.04	2.11	214	26.04	9.10	167
Черкассы	III	18.03	21.11	249	8.04	28.10	204	28.04	4.10	160

Примечания: 1. ДКЗ - дорожно-климатическая зона;  
2. Т<sub>1</sub>, Т<sub>2</sub> - начало и окончание строительного сезона,  
3. Т<sub>0</sub> - продолжительность строительного сезона, дни.

Таблица П2

Календарь

	Январь				Февраль				Март				Апрель				Май				Июнь									
Пн		5	12	19	26		2	9	16	23		2	9	16	23	30	6	13	20	27		4	11	18	25	1	8	15	22	29
Вт		6	13	20	27		3	10	17	24		3	10	17	24	31	7	14	21	28		5	12	19	26	2	9	16	23	30
Ср		7	14	21	28		4	11	18	25		4	11	18	25	1	8	15	22	29		6	13	20	27	3	10	17	24	
Чт	1	8	15	22	29		5	12	19	26		5	12	19	26	2	9	16	23	30		7	14	21	28	4	11	18	25	
Пт	2	9	16	23	30		6	13	20	27		6	13	20	27	3	10	17	24		1	8	15	22	29	5	12	19	26	
Сб	3	10	17	24	31		7	14	21	28		7	14	21	28	4	11	18	25		2	9	16	23	30	6	13	20	27	
Вс	4	11	18	25		1	8	15	22		1	8	15	22	29	5	12	19	26		3	10	17	24	31	7	14	21	28	
	Июль				Август				Сентябрь				Октябрь				Ноябрь				Декабрь									
Пн		6	13	20	27		3	10	17	24	31	7	14	21	28		5	12	19	26		2	9	16	23	30	7	14	21	28
Вт		7	14	21	28		4	11	18	25	1	8	15	22	29		6	13	20	27		3	10	17	24	1	8	15	22	29
Ср	1	8	15	22	29		5	12	19	26	2	9	16	23	30		7	14	21	28		4	11	18	25	2	9	16	23	30
Чт	2	9	16	23	30		6	13	20	27	3	10	17	24		1	8	15	22	29		5	12	19	26	3	10	17	24	31
Пт	3	10	17	24	31		7	14	21	28	4	11	18	25		2	9	16	23	30		6	13	20	27	4	11	18	25	
Сб	4	11	18	25		1	8	15	22	29	5	12	19	26		3	10	17	24	31		7	14	21	28	5	12	19	26	
Вс	5	12	19	26		2	9	16	23	30	6	13	20	27		4	11	18	25		1	8	15	22	29	6	13	20	27	

Таблица П3

Параметры поперечного профиля дорог

Параметры элементов дорог	Категории дорог							
	IA	IB	IV	II	III	IV	V	
Число полос движения, шт.	4; 6; 8	4; 6; 8	4; 6; 8	4	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,5	3,5	3,75	3,5	3	4,5
Ширина проезжей части, м	2x7,5; 2x11,25; 2x15	2x7,5; 2x11,25; 2x15	2x7,0; 2x10,5; 2x14	7	7,5	7	6	4,5
Ширина обочины, м	3,75	3,75	1,5	2,5	3,75	2,5	2	1,75
Ширина укрепленной полосы обочины, м	0,75	0,75	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5	-
Ширина разделительной полосы	6	5	4		-	-	-	-
Ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м	1	1	1		-	-	-	-
Ширина земляного полотна, м	28,5; 36; 43,5	27,5; 35; 42,5	21; 28; 35	19	15	12	10	8

## Нормы расхода материалов по ГЭСН-2001 сб. 27

Источник ГЭСН	Слой дорожной одежды	Материал, полуфабрикат	Единица измерения	Количество на 1 000 м <sup>2</sup>
27-06-020	Покрытие толщиной <b>4 см</b> из горячей асфальтобетонной смеси	Асфальтобетон плотный типа: А, Б, В	т	97,4
		Г, Д,	То же	94,3
		пористый	„	93,1
27-06-021	На каждые <b>0,5 см</b> изменения толщины добавлять или исключать	плотный типа: А, Б, В,	„	12,1
		Г, Д,	„	11,8
		пористый	„	11,6

## Лабораторная № 2

### Расчет запасов материала на складе

При организации складского хозяйства решают следующие основные вопросы:

- определяют запасы предназначенных для хранения на складе материалов; объемы, площади и размеры складов;
- производят выбор типа складов и методов организации погрузочно-разгрузочных работ.

#### 1. Потребность в исходных материалах

Для определения потребности в исходных материалах необходимо вначале произвести подбор состава смеси, который осуществляют для каждого типа завода по конкретному алгоритму. Вид и тип асфальтобетонной смеси принимают по заданию.

Для асфальтобетонного завода зерновые составы минеральной части асфальтобетонных смесей для слоя покрытия должны соответствовать табл. 1 согласно ГОСТ 9128.

Таблица 1

#### Зерновой состав асфальтобетонных смесей

Вид и тип		Содержание, % по массе, зерен размером мельче, мм									
		20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Высокоплотная		90-100	70-100	56-100	35 - 50	24 - 50	18 - 50	13 - 50	12 - 50	11 - 28	10 - 16
Плотная	А	90-100	75-100	62-100	40 - 50	28 - 38	20 - 28	14 - 20	10 - 16	6 - 12	4 - 10
	Б	90-100	80-100	70-100	50 - 60	38 - 48	28 - 37	20 - 28	14 - 22	10 - 16	6 - 12
	В	90-100	85-100	75-100	60 - 70	48 - 60	37 - 50	28 - 40	20 - 30	13 - 20	8 - 14
	Г	-	-	-	80-100	65 - 82	45 - 65	30 - 50	20 - 36	15 - 25	8 - 16
	Д	-	-	-	80-100	60 - 93	45 - 85	30 - 75	20 - 55	15 - 33	10 - 16
Пористая		75-100	64-100	52 - 88	40 - 60	28 - 60	16 - 60	10 - 60	8 - 37	5 - 20	2 - 8

Необходимо рассчитать содержание щебня фракции: 10 – 20, 5 – 10 мм, песка 0 – 5 мм в процентном соотношении в 100 % смеси. Содержание минерального порошка принимать по табл. 2 для зерен размером мельче 0,071 мм.

Содержание битума сверх 100 % в горячих асфальтобетонных смесях ориентировочно принимать для **высокоплотной** смеси 4 – 6 %, для плотной **тип А** 4,5 – 6 %, **тип Б** 5 – 6,5 %, **тип В** 6 – 7 %, **тип Г и Д** 6 – 9 %, для **пористой** смеси 3,5 – 5,5 %, **высокопористой щебеночной** смеси - 2,5 - 4 %, **высокопористой песчаной** - 4 - 6 % по массе. Результаты расчета занести в табл. 3 в графу "Содержание, %".

Рассчитать количество исходных материалов на сменный и годовой объем продукции. Результаты расчета свести табл. 2.

## Объемы исходных материалов

Завод	Материал	Содержание, %	Единица измерения	Количество	
				в смену	в год
АБЗ	Щебень фр. 10 - 20 мм		м <sup>3</sup>		
	Щебень фр. 5 - 10 мм		м <sup>3</sup>		
	Песок фр. < 5 мм		м <sup>3</sup>		
	Минеральный порошок		т		
	Битум БНД 90/130		т		

*Примечания:*

1. Суммарное содержание исходных материалов должно составлять 100 %.
2. Количество щебня и песка определяют в кубических метрах, а битума и минерального порошка в тоннах.
3. Определить количество щебня и песка в кубических метрах, разделив количество в тоннах на плотность: для щебня  $\rho_{щ}^1 = 1,7 \text{ т/м}^3$ , для песка  $\rho_{п}^1 = 1,65 \text{ т/м}^3$ .

Количество исходных материалов "X" в смену определить из соотношения:

$$\begin{aligned} 100 \% - Q_c, \\ Q_m \% - \text{"X"} (\text{т}), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $Q_c$  – объем в смену асфальтобетонной смеси из лабораторной работы № 1, т/смену;  
 $Q_m$  % – содержание материала (щебня, песка, минпорошка, битума) в 100 % асфальтобетонной смеси, %.

Аналогично определить количество материала в год, заменяя в **формуле (1)** объем материала в смену  $Q_c$  на объем продукции в год  $Q_r$  из лабораторной работы № 1.

Данные расчета запаса предназначенных для хранения на складе материалов, объема и площади складов, выбор типа складов сводим в табл. 4.

## 2. Запасы материала на складе

Количество материала, подлежащего хранению на складе, зависит от нормы сменного запаса и доли годового запаса.

Для *притрассовых* заводов, располагающихся вблизи строящейся автомобильной дороги, характерна поставка всех исходных материалов автотранспортом. Склады отличаются небольшим запасом материала, обеспечивающим работу завода в течение *нормы сменного запаса*:

$n = 5 \dots 10$  смен для склада щебня, песка и минерального порошка;

$n = 10 \dots 15$  смен для склада битума.

*Прирельсовые* заводы располагают вблизи железной дороги, по которой поступает большая часть всех исходных материалов. Склады содержат значительный запас материалов, обеспечивающий работу завода в течение *нормы сменного запаса*:

$n = 15 \dots 20$  смен для склада щебня, песка и минерального порошка;

$n = 25$  смен для склада битума.

*Доля годового запаса материала на складе:*

$\alpha = 0,5 - 0,7$  для склада щебня и песка;

$\alpha = 0,5$  для склада минерального порошка, битума.

Большие значения принимать для прирельсовых заводов.

Данные нормы сменного запаса и доли годового запаса занести в табл. 3.

Рассчитать **минимальный, максимальный и текущий** объем склада для щебня, песка, битума, минерального порошка. Результаты занести в табл. 3.

## Склады материалов

Материал	Запас $\frac{n}{\alpha}$	Ед. изм.	Количество материала			Тип склада	Высота м	Площадь м <sup>2</sup>
			V <sub>min</sub>	V <sub>max</sub>	текущее			
Щебень фр. 10-20 мм		м <sup>3</sup>						
Щебень фр. 5 - 10 мм		м <sup>3</sup>						
Песок фр. < 5 мм		м <sup>3</sup>						
Минеральный порошок		т						
Битум БНД 90/130		т						

**Минимальный** объем склада  $V_{\min}$  определяют с учетом *сменной нормы запаса* материала по формуле:

$$V_{\min} = Q_M n K_n K_{\text{фр}} / K_3,$$

где  $Q_M$  – объем материала в смену по табл. 2;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий потери при погрузочно-разгрузочных работах,  $K_n = 1,01 - 1,02$ ;

$K_{\text{фр}}$  – коэффициент, учитывающий фракционный состав материала,  $K_{\text{фр}} = 1,15 - 1,2$ ;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий заполнение на складе,  $K_3 = 0,9$ ;

$n$  – сменная норма запаса материалов.

**Максимальный** объем склада  $V_{\max}$  определяют с учетом *доли годового запаса* материала по формуле:

$$V_{\max} = \alpha Q_M K_n,$$

где  $Q_M$  – объем материала в год потребности материала по табл. 2;

$\alpha$  – доля годового запаса.

**Текущий** объем материала на складе создают в зимнее время. Текущий запас материала на складе  $V_{\text{тек}}$  для обеспечения начала и бесперебойной работы завода назначают из условия:

$$V_{\min} < V_{\text{тек}} < V_{\max}.$$

Запасы материала создают в объемах близких к **минимальным**, но не более **1,5**  $V_{\min}$  из-за возможных перебоев в поставках материалов.

Выбрать тип и размеры склада и занести в табл. 3.

Тип склада назначают исходя из текущего объема материала  $V_{\text{тек}}$  и условий хранения: *открытый или закрытый* тип.

Для хранения щебня и песка применяют склады открытого типа высотой

$H = 5 \dots 15$  м:

- *конусный*  $V_{\text{тек}} < 4$  тыс. м<sup>3</sup> (рис. 1а),
- *штабельный*  $4$  тыс. м<sup>3</sup>  $< V_{\text{тек}} = 10$  тыс. м<sup>3</sup> (рис. 1б),
- *штабельно-радиальный*  $4$  тыс. м<sup>3</sup>  $< V_{\text{тек}} = 10$  тыс. м<sup>3</sup>.

Перемещение щебня и песка от склада к установке и подачу в расходные бункера выполняют одноковшовые пневмоколесные погрузчики или передвижные ленточные транспортеры. Покрытие на открытых складах устраивают из щебня или полуфабриката, выпускаемого заводом.

Размеры и площадь  $S$  открытого склада щебня и песка рассчитывают по приближенной формуле:

$$S \approx V_{\text{тек}} K_y / H,$$

где  $V$  – объем склада из табл. 3;

$K_y$  – коэффициент устойчивости конуса, штабеля,  $K_y = 1,2 - 1,4$ ;

$H$  – высота конуса или штабеля.

Для хранения минерального порошка применяют закрытые склады *силосного* типа (рис. 1в) с пневматической загрузочно-разгрузочной системой емкостью 120 – 240 – 360 – 480 – 720 – 1 100 – 2 500 т диаметром  $D = 3 \dots 6$  м и высотой  $H = 4 \dots 20$  м. Количество силосов рассчитывают.

Битумохранилище устраивают закрытого типа в виде горизонтальной *цистерны* емкостью по 25 - 50 т или вертикальной *цистерны* емкостью 1 000 т (рис. 1в).

Размеры и площадь  $S$  закрытого склада силосного типа или цистерны рассчитывают по приближенной формуле:

$$S \approx V_{\text{тек}} / (\rho^1 \cdot H),$$

где  $V_{\text{тек}}$  – объем склада из табл. 14, т;

$H$  – высота силоса, цистерны, м;

$\rho^1$  – плотность, т/м<sup>3</sup>.

Для минерального порошка принимать плотность  $\rho^1_{\text{мп}} = 3,0$  т/м<sup>3</sup>; для битума  $\rho^1_{\text{б}} = 1,02$  т/м<sup>3</sup>.

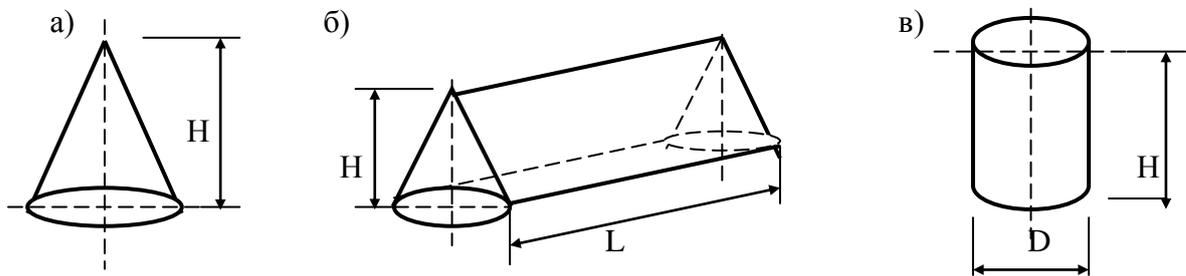


Рис. 1. Склады материалов:  
а) Конусный; б) Штабельный; в) Силос, цистерна

При необходимости объемы склада рассчитывают по точной формуле:  
Конусный  $V = H^3 \pi / 3$ ; Штабельный  $V = H^2 (L - H)$ ; Силос, цистерна  $V = H \pi D^2 / 4$

### Лабораторная № 3

#### Расчет потребности грузового автотранспорта

Поставку исходных материалов на завод осуществляют в зависимости от дальности транспортирования  $L$  следующими видами транспорта:

- железнодорожным при  $L = 300 - 1\ 000$  км;
- автомобильным при  $L < 300$  км;
- ленточными транспортерами  $L < 1$  км;
- баржами по реке;
- комбинированным (автосамосвалы с ленточными транспортерами, баржа с автосамосвалами, железнодорожный с автосамосвалами).

Наиболее распространены для перевозок:

- автосамосвалы грузоподъемностью 15 ... 40 т для перевозки щебня, песка (табл. 1);
- автобитумовозы и автоцементовозы грузоподъемностью 11 ... 40 т для транспортирования битума и минерального порошка соответственно (табл. 2).

В расчетах принимать наибольшие значения грузоподъемности автотранспорта для строительства автодорог I – II категории.

Таблица 1

#### Автосамосвалы

№ пп	Марка автосамосвалов	Грузоподъемность, т	Мощность, кВт
1	ЗИЛ-ММЗ-45085	5,7	125
2	Урал-55224	7,2	125
3	МАЗ-5551	10	132
4	КамАЗ-55111	13	147
5	КамАЗ-65115	16	158
6	Урал-63685	16	158
7	КрАЗ-65034	18	177
8	КамАЗ-6520	20	221
9	Урал-65514	20	221
10	IVECO	25	243
11	SCANIA	25	243

Таблица 2

#### Автогудронаторы, битумовозы, цементовозы

№ п/п	Марка	Вместимость цистерны, т	Мощность, кВт
	<i>Автобитумовозы</i>		
1	ДС-138	10	132
2	ДС-164	18	147
3	БЦМ-96042	25	158
	<i>Автоцементовозы</i>		
1	ТЦ-26	11	125
2	ТЦ-15	14	132
3	ТЦ-25	15	132
4	ТЦ-12	20	147
5	ТЦ-21	28	158

## Пример

Необходимое количество автосамосвалов, автоцементовозов, автобитумовозов и количество смен рассчитывают для создания в зимнее время *текущего объема* материала на складе завода. Дальность транспортирования исходных материалов на завод принимают по заданию.

Расчет необходимого количества автосамосвалов, автобитумовозов, автоцементовозов свести в табл. 3. Наименование и количество материала (текущий объем склада  $V_{тек}$ ) берут из лабораторной работы № 2. Норму времени  $H_{вр}$  автотранспорта в минутах на 1 ткм определяют по табл. 4.

Таблица 3

Расчет показателей автотранспорта

Местоположение	Материал	Единица измерения	Количество материала	Грузоподъемность, т	Дальность возки, км	$H_{вр}$ , маш.-мин	Количество		
							машино-смен	смен	машин
<i>Для создания текущего объема</i>									
АБЗ	Щебень фр. 10 - 20 мм	м <sup>3</sup>							
	Щебень фр. 5 - 10 мм	м <sup>3</sup>							
	Песок фр. < 5 мм	м <sup>3</sup>							
	Минеральный порошок	т							
	Битум БНД 90/130	т							
<i>Для транспортирования сменного объема</i>									
Дорога	Асфальтобетонная смесь	т							

Таблица 4

Норма времени и расценка на перевозку грузов автосамосвалом на 1 ткм

Грузоподъемность, т	В городе		Вне города по группам дорог					
			I		II		III	
	$H_{вр}$	Расценка	$H_{вр}$	Расценка	$H_{вр}$	Расценка	$H_{вр}$	Расценка
5,0	0,96	1,15	0,49	0,59	0,65	0,78	0,86	1,03
6,0	0,80	1,00	0,41	0,51	0,54	0,68	0,71	0,89
7,0	0,71	0,89	0,36	0,44	0,46	0,58	0,61	0,75
10,0	0,50	0,66	0,24	0,32	0,32	0,42	0,43	0,57
11,0	0,45	0,64	0,22	0,31	0,29	0,41	0,39	0,55
12,0	0,42	0,60	0,20	0,28	0,27	0,38	0,36	0,51
13,0	0,38	0,54	0,19	0,27	0,25	0,35	0,33	0,47
14,0	0,36	0,51	0,18	0,26	0,23	0,32	0,30	0,42
15,0	0,33	0,47	0,16	0,23	0,22	0,31	0,28	0,40

*Примечания:* 1. Группа дорог: I – дорога с асфальтобетонным, цементобетонным покрытием; II – дорога с щебеночным, гравийным, улучшенным грунтовым покрытием; III – грунтовая дорога.

2. Норма времени указана в машино-минутах, расценка – в копейках.

Потребное количество машино-смен  $M$  для щебня, песка определяют по формуле:

$$M = V_{\text{тек}} \rho^1 L N_{\text{вр}} / (8 \cdot 60),$$

где  $V_{\text{тек}}$  – текущий объем склада, м<sup>3</sup> (лабораторная работа № 2);

$\rho^1$  – насыпная плотность для щебня,  $\rho^1_{\text{щ}} = 1,7 \text{ т/м}^3$ , для песка  $\rho^1_{\text{п}} = 1,65 \text{ т/м}^3$ ;

$L$  – дальность транспортирования материалов по заданию, км;

$N_{\text{вр}}$  – норма времени автотранспорта, машино-мин (приложение табл. 4);

8 – количество часов в смену;

60 – количество минут в 1 часе.

Для материалов, количество которых определено в тоннах (битум, минеральный порошок, асфальтобетонная смесь), рассчитывают потребное количество машино-смен  $M$  по формуле:

$$M = V_{\text{тек}} L N_{\text{вр}} / (8 \cdot 60).$$

Количество смен  $n$  и необходимое количество автотранспорта  $N_a$  назначить, чтобы выполнялось условие:

$$M = n \cdot N_a.$$

где  $M$  – потребное количество машино-смен;

$n$  – количество смен;

$N_a$  – количество автотранспорта.

Общее (суммарное) количество автотранспорта  $N_a$  (табл. 3) не должно превышать 25 шт. для дороги IV категории, 100 шт. для дорог I категории.

Аналогично рассчитывают потребное количество машин  $N_a$  (табл. 3) для транспортирования в смену готового полуфабриката – асфальтобетонной смеси. Данные объема полуфабриката в смену, который вывозят на строящуюся автомобильную дорогу автотранспортом, берут из лабораторной работы № 1.

Для транспортирования сменного объема полуфабриката на строящуюся автомобильную дорогу количество смен принимают  $n = 1$ .

Дальность транспортирования для АБЗ устанавливают  $L = 20 - 50$  км. Для АБЗ должно выполняться условие, чтобы во время перевозки асфальтобетонная смесь не успела остыть до температуры 130 °С, так как время остывания 1 – 1,5 ч (табл. 5).

Таблица 5

Температура горячей асфальтобетонной смеси при отгрузке с завода при температуре воздуха 20 °С

Марка вязкого битума	БНД 40 / 60	БНД 60 / 90	БНД 90 / 130	БНД 130 / 200
Температура а/б смеси, °С	150 - 160	145 - 155	140 - 150	130 - 140

## Лабораторная № 4

### Технологическая схема приготовления полуфабриката

В пояснительной записке описать технологический процесс приготовления асфальтобетонной смеси в строгой технологической последовательности, начиная с погрузочно-разгрузочных, внутризаводских транспортных работ и заканчивая выдачей готовой смеси (рис. 1).

В табл. 1 приведена температура горячей асфальтобетонной смеси при отгрузке с завода при температуре воздуха 20 °С.

Повышать температуру выпуска горячей асфальтобетонной смеси на каждые 10 °С при понижении температуры воздуха на 10 °С.

Таблица 1

Температура горячей асфальтобетонной смеси при отгрузке с завода при температуре воздуха 20 °С

Марка вязкого битума	БНД 40 / 60	БНД 60 / 90	БНД 90 / 130	БНД 130 / 200
Температура а/б смеси, °С	150 - 160	145 - 155	140 - 150	130 - 140

### Пример



Рис. 1. Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси:

1 -

17 -

### ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

4 - Сушильный барабан.

Технологическая операция - щебень и песок высушивают и нагревают до рабочей температуры 120 °С, что на 10 °С выше температуры асфальтобетонной смеси при отгрузке с завода (табл. 1).

Сушильный барабан непрерывного действия, диаметром  $D = 1,5 \dots 2,4$  м, длиной  $L = 6 \dots 9$  м наклонен под углом 2 - 7 ° в сторону разгрузки.

Вращательное движение барабана происходит с помощью направляющих роликов.

Барабан работает по методу противотока, то есть щебень и песок направляются на встречу горячим газам. В качестве топлива используют мазут.

Лопасты внутри барабана расположены так, что щебень и песок взрыхляются и продвигаются сквозь зону *предварительного нагрева*, зону *испарения* и зону *разогрева* до рабочей температуры. Расположение лопастей в зоне пламени предотвращает прямое воздействие пламени на материал и, следовательно, его выгорание.

Температуру нагрева щебня и песка в сушильном барабане контролирует оператор по компьютеру, имеющему связь с термопарой, установленной в сыпном лотке на выходе из барабана.



Рис. 2. Сушильный барабан

## ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### 15 - Пылеулавливающая установка.

## Лабораторная № 5

### Генеральный план завода

#### Пример 1

Участок под производственное предприятие располагают в соответствии с действующими санитарными и противопожарными нормами с учетом господствующего ветра с подветренной стороны по отношению к ближайшему населенному пункту, городу.

По санитарно–технической классификации стационарный асфальтобетонный завод относят ко 2 классу промышленных предприятий, полустационарный и передвижной асфальтобетонный завод - 1 класс.

Завод отделяют от границ жилых районов санитарно-защитной зоной, озелененной на 40 %. Ее ширина составляет 500 м для 2 класса; для 1 класса – 1 000 м.

По данным табл. 1 построить "розу ветров" для июля и расположить в левом углу чертежа генплан завода.

Разместить завод по отношению к ближайшему жилому району с подветренной стороны для господствующего ветра. Завод отделить от границ жилых районов санитарно-защитной зоной размером \_\_\_\_\_ м, озелененной на 40 %.

Таблица 1

"Роза ветров" для июля

Город, область, край, республика	Повторяемость направлений ветра, %							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Алтайский край	10	17	8	12	13	16	14	10
Брест	11	7	8	7	9	16	24	18
Брянск	10	12	11	6	7	10	21	23
Витебск	10	11	8	9	13	14	18	17
Владимир	17	13	8	6	9	14	14	19
Северный Казахстан	18	14	9	7	7	13	14	18
Луганск	10	13	13	7	4	11	12	19
Днепропетровск	17	9	6	5	9	8	15	31
Запорожье	22	19	8	5	9	10	10	17
Караганда	12	18	10	9	10	15	14	12
Киев	18	12	8	7	5	8	18	24
Киров	16	13	13	10	6	8	15	19
Кокчетав	14	12	9	8	6	15	17	19
Коми	20	15	6	5	11	17	9	17
Краснодарский край	8	16	13	4	7	20	18	14
Кустанай	23	15	6	5	8	9	13	21
Санкт-Петербург	9	19	9	8	8	15	22	10
Новгород	13	14	9	11	11	15	16	11
Полтава	15	15	11	7	6	9	17	20
Саратов	12	11	9	8	8	6	18	28
Ставропольский край	7	9	15	10	2	10	27	20
Тамбов	16	9	9	13	9	12	15	17
Херсон	22	14	9	5	7	18	10	15
Хмельницкий	8	6	6	10	6	9	23	32
Черкассы	18	10	6	5	6	7	13	35

Примечание. С - северное; В - восточное; Ю - южное; З - западное направление ветра.

## Пример 2

В зависимости от вида поставки исходных материалов на завод выбирают тип завода по местоположению: *прирельсовый, притрассовый, прикарьерный, приречной*.

Участок проектируемого завода должен иметь прямоугольную или квадратную форму площадью 1,0 - 2,5 га. Территорию завода ограждают стальной плетеной сеткой высотой 2,1 м на железобетонных столбах, или шпакетником, или сплошным забором из сборного железобетона. На территории завода предусмотреть временное электрическое освещение прожекторами заливающего света для работы в темное время суток и при плохой видимости в пасмурные дни, при туманах.

С верховой стороны по периметру площадки завода проектируют кюветы для обеспечения отвода поверхностных вод. Площадка должна быть тщательно спланирована и иметь уклон 5 - 20 ‰ для обеспечения водоотвода.

Грунтово-геологические условия должны быть благоприятными, грунтовые воды должны залегать низко.

Все производство условно можно разбить на 4 группы:

- комплект технологического оборудования (асфальтобетоносмесительная установка),
- склады каменных материалов, битума и минерального порошка,
- энергетическое оборудование,
- вспомогательно-бытовое отделение.

При составлении схемы генерального плана *комплект технологического оборудования* размещают в центре площадки. Агрегаты установки должны располагаться согласно строгой технологической последовательности с учетом экономичного использования территории.

*Склады щебня и песка* устраивают поближе к расходным бункерам (агрегатам питания) и размещают с учетом господствующего ветра с подветренной стороны по отношению к технологическому оборудованию.

Склад силосного типа для *минерального порошка* и расходную цистерну для *битума, мазута* устраивают возле поближе к смесительному агрегату, чтобы обеспечить минимальную протяженность коммуникаций пневмопровода и битумопровода.

*Битумохранилище* размещают с противопожарным разрывом не менее 25 - 30 м по отношению к расходной цистерне для битума.

Кроме склада щебня, песка и вяжущих материалов предусматривают материально-технический склад площадью 50 - 100 м<sup>2</sup>, склад горюче-смазочных материалов площадью 40 - 85 м<sup>2</sup>. Склад горюче-смазочных материалов располагают в районе склада песка или щебня и лучше за пределами площадки завода.

Внутри складов должны быть устроены противопожарные проходы через каждые 25 - 30 м шириной 0,7 - 1 м и проезды через 100 м.

К *энергетическому оборудованию* относят: котельную площадью 150 - 370 м<sup>2</sup>, компрессорную станцию (10 - 80 м<sup>2</sup>), трансформаторную подстанцию (40 - 80 м<sup>2</sup>), тепловой пункт парообразования (10 м<sup>2</sup>), насосную станцию (40 - 80 м<sup>2</sup>), систему водоснабжения и канализации.

Для энергетического оборудования и вспомогательно-бытового хозяйства принимать площади ориентировочно, большие значения – для дорог I - II категорий, так как на строительстве этих дорог, как правило, используют более мощные заводы.

К *вспомогательно-бытовому отделению* относят: административно-бытовой корпус (контора, лаборатория, бытовые помещения, пункт питания, медпункт) площадью 200 - 550 м<sup>2</sup>, ремонтно-механические мастерские (100 - 200 м<sup>2</sup>), гараж (200 м<sup>2</sup>), автомобильные весы (50 - 95 м<sup>2</sup>), очистные сооружения (20 - 40 м<sup>2</sup>), пульт управления (20 м<sup>2</sup>), помещение охраны (40 м<sup>2</sup>), стоянку автотранспорта.

На заводе организуют пост охраны, который обеспечивает контроль вывоза материальных ценностей и прохода людей, а иногда – и противопожарную охрану.

Здания размещают так, чтобы технологическое оборудование, склады щебня, песка, ГСМ, битумохранилище и битумоплавильная установка оказались с подветренной стороны. Расстояние от зданий до ограждения и железнодорожного тупика должно быть более 5 м, до складов - не менее 20 м, до комплекта технологического оборудования - не менее 50 м. Противопожарные разрывы между зданиями должны быть не менее 10 - 30 м.

На территории завода должна быть запроектирована *автомобильная дорога V* технической категории с твердым покрытием и одной полосой движения шириной 4,5 м. Прокладывают автодорогу по кольцевой схеме без пересечений путей движения, так чтобы обеспечить подъезд к технологической установке, складам, зданиям. В России принято правостороннее движение автотранспорта, т.е. против часовой стрелки.

Перед складами и в тупиках устраивают площадки площадью 200 м<sup>2</sup> или размером 12 × 12 м для удобства подъезда автотранспорта и разворотов. Автомобильная дорога (кромка проезжей части) должна находиться от складов, зданий и сооружений на расстоянии более 1,5 - 3 м.

Для завода площадью менее 5 га следует предусмотреть один выезд, более 5 га - два. Выезды проектируются со стороны предполагаемого населенного пункта. Для дорожной одежды необходимо использовать материал или полуфабрикат, выпускаемый данным заводом. Должны быть обустроены и подъездные пути к заводу.

На свободной от застройки территории следует предусмотреть *озеленение, спортивную площадку, место для отдыха* из расчета 0,2 м<sup>2</sup> на одного работающего. Численность работающих на заводе составляет около 10 чел. Если работа завода носит временный характер, то посадка деревьев и кустарников нецелесообразна, рекомендуется применение переносных ящиков с цветами и растениями.

По справочной и учебной литературе находят схему генерального плана завода (рис. 1), соответствующую выбранному комплекту технологического оборудования и технологической схеме. Выносят ее на чертеж формата А1 в масштабе 1 : 25, 1 : 50, 1 : 100, дополняя экспликацией (табл. 2) и показателями генплана завода (табл. 3).

Все здания, технологическая установка, энергетическое оборудование и склады наносят на генплан согласно их габаритным размерам в выбранном масштабе. Размер площадки завода также должен быть обозначен на чертеже.

В экспликацию (табл. 2) заносят числовые значения площади застройки и строительного объема, определенные из габаритных размеров комплекта технологического оборудования и складов.

Ширину и длину зданий назначать кратные 6 м. Для подсчета строительного объема принять высоту одноэтажных зданий и сооружений 3 м, двухэтажных - 6 м.

В табл. 2 суммировать площадь застройки и строительный объем.

В показатели генерального плана завода (табл. 3) заносят суммарную площадь застройки из табл. 2, назначают размеры в плане площадки завода и рассчитывают площадь участка.

Коэффициент использования площади определяют по формуле:

$$K_{и} = \sum S_3 / S_y .$$

где  $S_3$  - площадь застройки, м<sup>2</sup>;  $S_y$  - площадь участка, м<sup>2</sup>.

Коэффициент использования площади должен быть равен  $K_{и} = 0,5 - 0,8$ .

## ЭКСПЛИКАЦИЯ

Номер на плане	Оборудование и сооружения	Площадь застройки, м <sup>2</sup>	Строительный объем, м <sup>3</sup>
<b>Комплект технологического оборудования</b>			
1	Асфальтосмесительная установка Д-617		
<b>Склады</b>			
2	Конусный для щебня фр. 10 - 20 мм		
3	Конусный для щебня фр. 5 - 10 мм		
4	Конусный для песка фр. < 5 мм		
5	Силосный для минерального порошка		
6	Цистерна для битума		
7	Для горюче-смазочных материалов		
8	Материально-технический склад		
<b>Энергетическое оборудование</b>			
9	Котельная		
10	Компрессорная станция, Н = 1 м		
11	Трансформаторная подстанция, Н = 2 м		
<b>Вспомогательно-бытовое отделение</b>			
12	Административно-бытовой корпус		
13	Ремонтно-механические мастерские		
14	Гараж		
15	Автомобильные весы		
16	Очистные сооружения, Н = 2 м		
17	Пульт управления		
18	Помещение охраны		
19	Озеленение, площадка отдыха		
20	Автомобильная дорога		
Итого			

Таблица 3

## ПОКАЗАТЕЛИ ГЕНПЛАНА ЗАВОДА

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Значение
1	Площадь участка, $S_y$	га*	
2	Площадь застройки, $\sum S_z$	м <sup>2</sup>	
3	Коэффициент использования площади, $K_n$	-	

\* 1 га = 100 м × 100 м = 10 000 м<sup>2</sup>

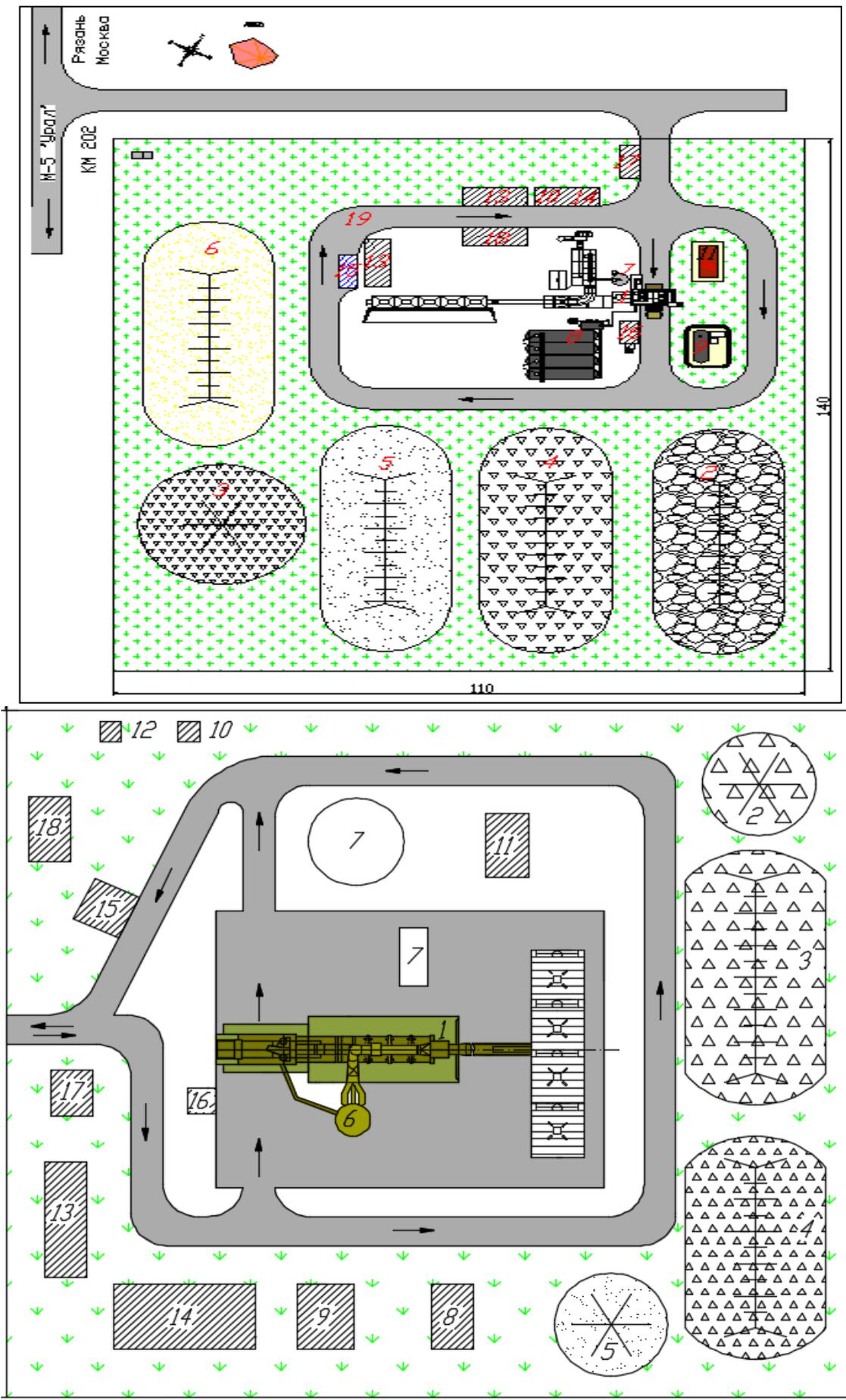


Рис. 1. Генеральный план асфальтобетонного завода

## Литература

1. ГОСТ 9128. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. М. : Стандартиформ, 2013. 58 с.
2. ГОСТ 31015. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. – М., 2003. 15 с.
3. ГОСТ Р 52398. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. М., 2006. 4 с.
4. ГОСТ Р 52399. Геометрические элементы автомобильных дорог. М., 2006. 5 с.
5. СП 34.13330. Автомобильные дороги. М., 2013. 106 с.
6. ГЭСН-2001. Сб. 27: Автомобильные дороги. М., 2001. 88 с.
7. Справочная энциклопедия дорожника: 1 т. Строительство и реконструкция автомобильных дорог / А.П. Васильев, Б.С. Марышев, В.В. Силкин. М., 2005. 646 с.
8. Справочная энциклопедия дорожника: Производственные предприятия дорожного строительства / В.В. Силкин, А.П. Лупанов. 2010. 485 с.
9. Справочная энциклопедия дорожника: 3 т. Дорожно-строительные материалы. / Под ред. Н.В. Быстрова М., 2004. 452 с.
10. Самойлова Л.И. Справочник по дорожно-строительным материалам : Метод. указ. к курс. и дипл. проекту. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. 50 с.