

УДК 629.113

С.А. Ерусланкин
лаборант, МАДИ,
тел.: 8(499)155-01-45,
e-mail: rificss@mail.ru

**РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА
ПАРАМЕТРОВ АВТОНОМНЫХ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНЫХ
ПРИВОДОВ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТОРМОЖЕНИИ
ПОЛУПРИЦЕПА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО АВТОПОЕЗДА**

Аннотация. В статье представлены результаты моделирования служебного электрического торможения полуприцепа экспериментального автопоезда вместо механического, выполнена предварительная оценка тормозных свойств автопоезда при остановочном электрическом торможении, обоснован выбор параметров вентильно-индукторного привода при остановочном электрическом торможении, определены зависимости предельных уклонов, преодолеваемых автопоездом с заданной скоростью при электрическом торможении с различной тормозной мощностью, рассчитаны предельная тормозная характеристика на валу вентильно-индукторного двигателя и предельная тормозная характеристика автопоезда.

Ключевые слова: автопоезд, вентильно-индукторный привод, вентильно-индукторный двигатель, электрическое торможение.

Введение

Применение электрического торможения в известной электромеханической трансмиссии (ЭМТ) на базе электрических машин постоянного тока не используется. Вместе с тем применение служебного

электрического торможения вместо механического позволяет использовать последнее только в качестве вспомогательного и аварийного, благодаря чему значительно повышается ресурс механических тормозов и сокращаются затраты на их техническое обслуживание. Особенно эффективно использование электрического торможения при движении автопоезда на затяжных спусках с поддержанием заданной скорости, обеспечиваемым автоматически, благодаря регулировочным возможностям вентильно-индукторного привода (ВИП). Это расширяет возможности использования специального транспортного средства и облегчает водителю управление им. В отличие от активного тягового режима, когда суммарное тяговое усилие автопоезда складывается из тягового усилия, реализуемого гидромеханической трансмиссией (ГМТ) тягача, и тягового усилия, реализуемого ЭМТ полуприцепа, при электрическом торможении ЭМТ полуприцепа на базе ВИП должна самостоятельно реализовать тормозное усилие, достаточное для обеспечения требуемых тормозных свойств всего автопоезда. Именно исходя из этого требования, проведены расчеты тормозных характеристик автопоезда, реализуемых ВИП.

В качестве способа электрического торможения автопоезда выбрано генераторное торможение вентильно-индукторного двигателя (ВИД) с преобразованием кинетической энергии транспортного средства в электрическую и поглощением её в специальных блоках тормозных резисторов, имеющих высокую перегрузочную способность по току. Такой способ торможения много лет эффективно используется как на городском и магистральном транспорте, так и на дизель-электрических транспортных средствах, в частности, тепловозах и карьерных самосвалах.

В отличие от ЭМТ постоянного тока, где переход от тягового к тормозному режиму требует изменения структуры силовой цепи, в ВИП это достигается изменением алгоритма управления ВИД.

Предварительная оценка тормозных свойств автопоезда при остановочном электрическом торможении

Кинетическая энергия автопоезда без учета коэффициента инерции вращающихся масс определяется по следующей формуле

$$W_{\text{ка}} = 10^3 \cdot G_a \cdot V^2 / [2 \cdot (3,6^2)], \quad (1)$$

где G_a – полная масса автопоезда, т; V – скорость автопоезда, км/ч.

Подставляя в (1) значение $G_a = 120$ т и учитывая, что Дж = Вт·с, получаем

$$W_{\text{ка}} = 4,63 \cdot V^2, \text{ к Вт}\cdot\text{с}. \quad (2)$$

Результаты расчета по (2) сведены в табл. 1.

Таблица 1

V, км/ч	10	15	20	25	30	35	40	45
$W_{\text{ка}}$, кВт·с	463	1042	1852	2894	4167	5672	7408	9376
$t_{\text{T}} 400$, с	1	2,26	4,02	6,28	9,05	12,3	16,1	20,35
$t_{\text{T}} 600$, с	0,67	1,51	2,68	4,19	6,03	8,21	10,72	13,57
$t_{\text{T}} 800$, с	0,5	1,13	2	3,14	4,52	6,16	8,04	10,18

Если принять, что в процессе электрического торможения во всем скоростном диапазоне поддерживается постоянная выходная мощность P_1 вид на зажимах постоянного тока преобразователя ВИД, а значение КПД ВИД также постоянно во всем скоростном диапазоне, то и мощность P_2 вид на валу ВИД также остается постоянной во всем скоростном диапазоне. Тогда время торможения автопоезда с заданной скорости до полной остановки можно приблизительно рассчитать по формуле

$$t_{\text{T}} = W_{\text{ка}} \cdot \frac{P}{8 \cdot P_{2\text{ВИД}}} = W_{\text{ка}} \cdot \eta_p \cdot \eta_{\text{ВИД}} / (8 \cdot P_{2\text{ВИД}}), \quad (3)$$

где t_{T} – время торможения автопоезда с заданной скорости до полной остановки, с; $W_{\text{ка}}$ – кинетическая энергия автопоезда при скорости начала торможения, кВт·с; $P_{2\text{ВИД}}$ – мощность на валу ВИД в тормозном режиме,

кВт; $P_{1\text{ВИД}}$ – мощность на зажимах постоянного тока преобразователя ВИД, кВт; η_p – КПД редуктора мотор-колеса, о.е.; $\eta_{\text{ВИД}}$ – КПД ВИД, о.е.

В формуле (3) $8 \cdot P_{1\text{ВИД}} = P_T$ – значение тормозной мощности, т.е. мощности, рассеиваемой в тормозном резисторе, установленном в общем звене постоянного тока 8 ВИД.

Подставляя в (3) $\eta_p = 0,944 \cdot \eta_{\text{ВИД}} = 0,92$ и значения $W_{\text{ка}}$ для каждой скорости из табл. 1, определяем время торможения для трех значений тормозной мощности P_T , равных 400 кВт, 600 кВт и 800 кВт.

Результаты расчета сведены в табл. 1.

Отметим, что расчет проведен без учета тормозящего действия сил сопротивления качению. При учете этих сил значения времени торможения будут меньше указанных в табл. 1.

Выбор параметров ВИП при остановочном электрическом торможении

Выбираем базовое значение напряжения в общем звене постоянного тока преобразователей ВИД в тяговом и тормозном режимах $Ud = 600$ В.

При этом требуемое сопротивление тормозного резистора определяется по формуле [1–2]:

$$R_T = Ud^2 / (P_T \cdot 10^3), \quad (4)$$

где Ud – напряжение в звене постоянного тока, В; P_T – мощность, рассеиваемая в тормозном резисторе, кВт.

Мощность на валу ВИД в тормозном режиме определяется по следующей формуле [3–4]:

$$P_{2\text{ВИД}} = P_T / (8 \cdot \eta_{\text{ВИД}}), \text{ кВт.} \quad (5)$$

Электрическая мощность, отдаваемая ВИД в тормозном режиме [3–4]:

$$P_{1\text{ВИД}} = P_T / 8, \text{ кВт.} \quad (6)$$

Ток в звене постоянного тока преобразователя ВИД
в тормозном режиме

$$I_{d_{\text{ВИД}}} = P_T \cdot 10^3 / (8 \cdot U_d), \text{ А.} \quad (7)$$

Ток в тормозном резисторе [5]:

$$I_{R_T} = P_T \cdot 10^3 / U_d, \text{ А.} \quad (8)$$

Результаты расчетов по (4) – (8) для трех значений тормозной мощности P_T , равных 400 кВт, 600 кВт и 800 кВт, приведены в табл. 2.

Таблица 2

P_T , кВт	R_T , Ом	I_{R_T} , А	$P_{1\text{ВИД}}$, кВт	$P_{2\text{ВИД}}$, кВт	$I_{d_{\text{ВИД}}}$, А
400	0,9	667	50	54,3	83,4
600	0,6	1000	75	81,5	125
800	0,45	1333	100	108,7	166,6

В качестве блоков тормозных резисторов выбираем блоки силовых резисторов БСР10-13У2 ДЖТИ.434362.013, применяемые в комплекте электрооборудования «ПУЛЬС» («ДИНАС-12») в вагонах метрополитена модели 81-720/721 («ЯУЗА») [2, 3, 5].

Каждый из этих блоков содержит 10 последовательно включенных фехралевых резистивных элементов 6ТД.662.005-01 (ДИКЖ.434257.002) с параметрами $R = 0,189 \text{ Ом} \pm 10\%$, $I_{\text{доп}\infty} = 107 \text{ А}$, масса 4,64 кг. Суммарное сопротивление одного блока БСР10-13У2 равно $R_{\Sigma} = 1,89 \text{ Ом}$. Тогда при $P_T = 400 \text{ кВт}$ необходимо включить два блока БСР10-13У2 параллельно, при этом суммарное сопротивление двух параллельно включенных блоков будет равно $R_T = R_{\Sigma}/2 = 1,89/2 = 0,945 \text{ Ом} \pm 10\%$, что примерно соответствует значению $R_T = 0,9 \text{ Ом}$, указанному в табл. 2 для $P_T = 400 \text{ кВт}$.

Коэффициент перегрузки резистивных элементов по току для этого случая равен

$$KI_{400} = I_{R_T} / (2 \cdot I_{\text{доп}\infty}) = 667 / (2 \cdot 107) = 3,1. \quad (9)$$

Максимальное время действия перегрузки $t_{\text{пер}}$ при торможении со скорости 45 км/ч при мощности $P_T = 400$ кВт равно $t_{T400} = 20,35$ с (см. табл. 1).

Полученные значения $KI 400 = 3,1$ и $t_{\text{пер}} = 20,35$ с обеспечивают с запасом допустимый тепловой режим выбранных блоков резисторов.

Габаритные размеры блока резисторов БСР10-13У2 [3, 5]:
длина – 688 мм, ширина – 280 мм, высота – 738,5 мм.

Масса блока БСР10-13У2 равна 75 кг [3, 5].

При $P_T = 600$ кВт необходимо включить параллельно три блока БСР10-13У2, при этом суммарное сопротивление трех параллельно включенных блоков будет равно $R_T = R\Sigma/3 = 1,89/3 = 0,63$ Ом $\pm 10\%$, что примерно соответствует значению $R_T = 0,6$ Ом, указанному в табл. 2 для $P_T = 600$ кВт.

Коэффициент перегрузки резистивных элементов по току для этого случая равен

$$KI 600 = IR_T / (3 \cdot I_{\text{доп}\infty}) = 1000 / (3 \cdot 107) = 3,1. \quad (10)$$

Максимальное время действия перегрузки $t_{\text{пер}}$ при торможении со скорости 45 км/ч при мощности $P_T = 600$ кВт равно $t_{T600} = 13,57$ с (см. табл. 1). Следовательно, тепловая нагрузка блоков резисторов в этом случае не превышает допустимых значений и меньше (из-за меньшей длительности перегрузки), чем в предыдущем случае при $P_T = 400$ кВт.

При $P_T = 800$ кВт необходимо включить параллельно четыре блока БСР10-13У2, при этом суммарное сопротивление четырех параллельно включенных блоков будет равно $R_T = R\Sigma/4 = 1,89/4 = 0,4725$ Ом $\pm 10\%$, что примерно соответствует значению $R_T = 0,45$ Ом, указанному в табл. 2 для $P_T = 800$ кВт.

Коэффициент перегрузки резистивных элементов по току для этого случая равен

$$KI 800 = IR_T / (4 \cdot I_{\text{доп}\infty}) = 1333 / (4 \cdot 107) = 3,1. \quad (11)$$

Максимальное время действия перегрузки $t_{\text{пер}}$ при торможении со скорости 45 км/ч при мощности $P_T = 800$ кВт равно $t_T 800 = 10,18$ с (см. табл. 1).

Следовательно, тепловая нагрузка блоков резисторов в этом случае также не превышает допустимых значений и меньше (из-за меньшей длительности перегрузки), чем в случаях $P_T = 400$ кВт и $P_T = 600$ кВт.

Расчет зависимостей предельных уклонов, преодолеваемых автопоездом с заданной скоростью при электрическом торможении с различной тормозной мощностью

Проведенные выше расчеты и выбранные параметры ВИП касались остановочного торможения автопоезда. Рассмотрим теперь необходимые тормозные свойства автопоезда при подтормаживании на затяжных спусках. Расчеты проводим только для торможения автопоезда на дороге с асфальтово-бетонным покрытием, обладающим наименьшим сопротивлением качению и, следовательно, требующим максимальных тормозных свойств автопоезда при прочих равных условиях.

Уравнение равновесия действующих сил при подтормаживании автопоезда с установившейся скоростью на спуске с заданным продольным уклоном выражается следующей формулой

$$F_T = 9,8 \cdot G_a \cdot (i - f), \quad (12)$$

где F_T – суммарное тормозное усилие автопоезда, кН; G_a – полная масса автопоезда, т; i – продольный уклон дороги, о.е.; f – коэффициент сопротивления качению, о.е.

Тормозная мощность, необходимая для подтормаживания автопоезда с заданной скоростью на спуске с заданным продольным уклоном, выражается следующей формулой:

$$P_{\text{тк}} = F_T \cdot V / 3,6, \quad (13)$$

где $P_{\text{ТК}}$ – суммарная тормозная мощность на колесах полуприцепа, кВт;
 $F_{\text{Т}}$ – суммарное тормозное усилие автопоезда, кН; V – скорость автопоезда, км/ч.

Подставляя (12) в (13), находим

$$P_{\text{ТК}} = 9,8 \cdot G_a \cdot (i - f) \cdot V / 3,6. \quad (14)$$

Преобразуем (14) следующим образом

$$i = 3,6 \cdot P_{\text{ТК}} / (9,8 \cdot G_a \cdot V) + f. \quad (15)$$

После подстановки в (15) $G_a = 120$ т и преобразований, получаем формулу для расчета зависимости предельного уклона от скорости, с которой автопоезд может преодолевать заданный уклон при электрическом торможении с различной тормозной мощностью:

$$i = 0,00306 \cdot \frac{P_{\text{ТК}}}{V} + f. \quad (16)$$

В таблице 3 приведены результаты расчета по (16) зависимостей $i(V)$ для дорог с асфальтово-бетонным ($f = 0,02$) и грунтово-щебеночным ($f = 0,04$) покрытиями при трех значениях тормозной мощности $P_{\text{ТК}}$, равных 400 кВт, 600 кВт и 800 кВт.

Таблица 3

V, км/ч		5	7,5	10	12,5	15	20	25	30	35	40
$P_{\text{ТК}} = 400$ кВт	$i_{\text{аб}}$	0,265	0,183	0,142	0,118	0,102	0,081	0,069	0,061	0,055	0,051
	$i_{\text{гщ}}$	0,285	0,203	0,162	0,138	0,122	0,101	0,089	0,081	0,075	0,071
$P_{\text{ТК}} = 600$ кВт	$i_{\text{аб}}$	0,387	0,265	0,204	0,167	0,142	0,112	0,093	0,081	0,072	0,066
	$i_{\text{гщ}}$	0,407	0,285	0,224	0,187	0,162	0,132	0,113	0,101	0,092	0,086
$P_{\text{ТК}} = 800$ кВт	$i_{\text{аб}}$	0,51	0,346	0,265	0,216	0,183	0,142	0,118	0,102	0,09	0,081
	$i_{\text{гщ}}$	0,53	0,366	0,285	0,236	0,203	0,162	0,138	0,122	0,11	0,101

Поскольку, в отличие от расчетов для остановочного торможения, значения тормозной мощности $P_{\text{ТК}}$ в (13) – (16) взяты на колесах автопоезда, соответствующие значения электрической мощности, отдаваемой ВИД в тормозные резисторы, будут равны $P_{\text{Т}} = P_{\text{ТК}} \cdot \eta_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{вид}} = P_{\text{ТК}} \cdot 0,944 \cdot 0,92 = 0,87 \cdot P_{\text{ТК}}$, т.е. рассчитанные в табл. 3 зависимости $i(V)$

реализуются при значениях электрической мощности P_T , рассеиваемой в тормозных резисторах, на 13% меньше указанных значений P_{TK} .

Либо, наоборот, при реализации ВИП значений электрической мощности $P_T = 400, 600$ или 800 кВт, значения суммарной тормозной мощности на колесах автопоезда составят $P_{TK} = P_T/0,87$, то есть на 13% больше указанных в табл. 3 значений P_{TK} .

Расчет предельной тормозной характеристики на валу ВИД

Расчет тормозного момента на валу ВИД ведем по следующей формуле

$$M_{дт} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot P_{2\text{ВИДТ}}/n_d, \quad (17)$$

где $M_{дт}$ – тормозной момент на валу ВИД, Нм; n_d – частота вращения вала ВИД, об/мин; $P_{2\text{ВИДТ}}$ – тормозная мощность на валу ВИД, кВт.

Тормозная мощность $P_{2\text{ВИДТ}}$ на валу ВИД связана с тормозной мощностью P_T , рассеиваемой в тормозном резисторе, следующим соотношением

$$P_{2\text{ВИДТ}} = P_T/(8 \cdot \eta_{\text{ВИД}}). \quad (18)$$

Подставляя (18) в (17), получаем

$$M_{дт} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot P_T/(8 \cdot \eta_{\text{ВИД}} \cdot n_d). \quad (19)$$

Результаты расчета по (19) зависимости $M_{дт}(n_d)$, представляющей собой предельную тормозную характеристику на валу ВИД, при $P_T = 400$ кВт и $\eta_{\text{ВИД}} = 0,92$, сведены в табл. 4, а график этой зависимости представлен на рис. 1.

Таблица 4

n_d , об/ мин	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
$M_{дт}$, Нм	1730	1297	1038	865	741	649	577	519	346	259	208	173	148	130	115	104
V , км/ч	2,6	3,46	4,3	5,2	6,05	6,9	7,8	8,65	13	17,3	21,6	26	30,3	34,6	38,9	43,3
F_T , кН	615	461	369	307	263	231	205	184	123	92	74	62	53	46	41	37

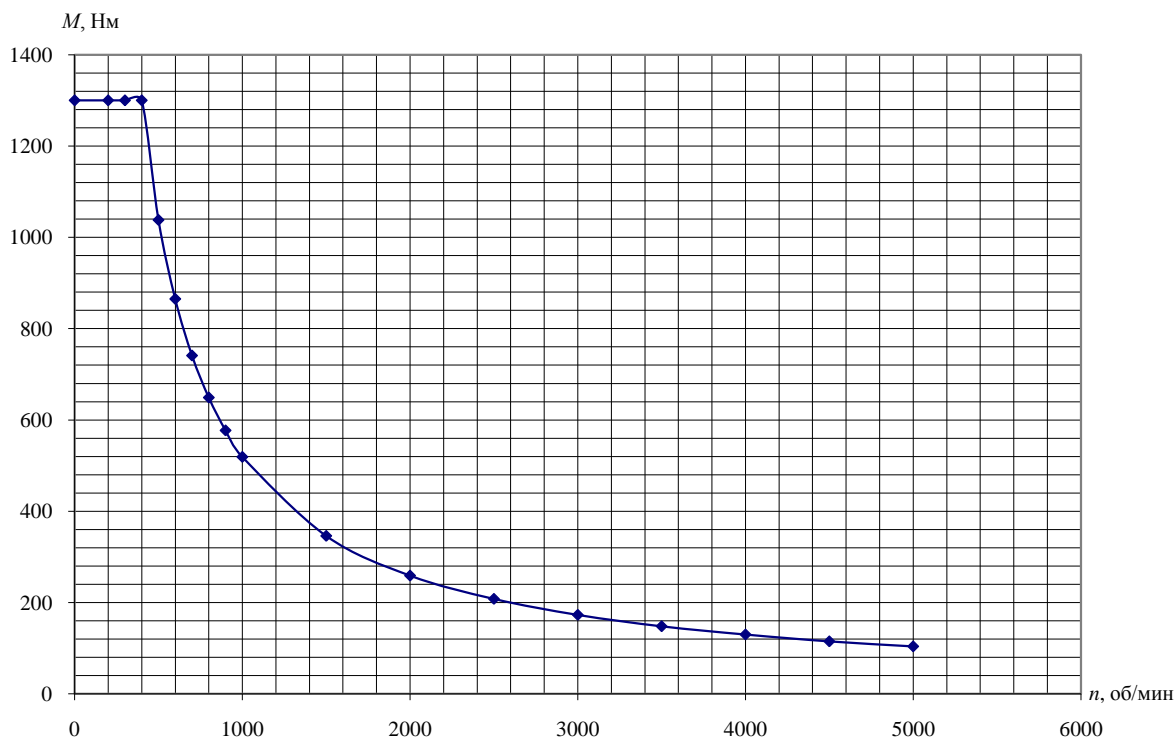


Рис. 1. Предельная тормозная характеристика на валу ВИД

Определим параметры ВИД при движении автопоезда на спуске с продольным уклоном 10% со скоростью 15 км/ч по дороге с асфальто-бетонным покрытием. Частоту вращения ВИД при $V = 15$ км/ч определяем по $V = 3,6 \cdot \pi \cdot 0,8 \cdot n_d / (30 \cdot 34,85) = 0,00865 \cdot n_d$

$$n_d = V / 0,00865 = 15 / 0,00865 = 1734 \text{ об/мин.} \quad (20)$$

По предельной тормозной характеристике на валу ВИД (рис. 1) находим для $n_d = 1734$ об/мин значение $M_{дт} = 300$ Нм.

Мощность на валу ВИД в этом режиме определяем из (17):

$$P_{2\text{видт}} = M_{дт} \cdot n_d / (9,55 \cdot 10^3) = 300 \cdot 1734 / (9,55 \cdot 10^3) = 54,5 \text{ кВт.}$$

Определим зависимость длины спуска от времени движения автопоезда на спуске с уклоном 10% со скоростью 15 км/ч.

Скорости 15 км/ч соответствуют $15 \cdot 10^3 / 60 = 250$ м /мин. Тогда путь, пройденный автопоездом, равен

$$L = V \cdot t = 250 \cdot t, \quad (21)$$

где L – путь, пройденный автопоездом на спуске, м; V – скорость движения автопоезда на спуске, м/мин; t – время движения автопоезда на спуске, мин.

Результаты расчета по (21) сведены в табл. 5.

Таблица 5

t , мин	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L , м	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500

Как следует из табл. 5, при движении в режиме электрического торможения на спуске с продольным уклоном 10% с установившейся скоростью 15 км/ч по дороге с асфальто-бетонным покрытием автопоезд в течение 4 мин проходит расстояние 1000 м. Для выполнения ВИП требований этого режима ВИД мотор-колес должны обеспечивать реализацию тормозного момента на валу $M_{дт} = 300$ Нм при частоте вращения $n_d = 1734$ об/мин в течение 4 мин из средненагретого состояния без превышения допустимой температуры. Блоки тормозных резисторов в этом режиме должны обеспечивать реализацию тормозной мощности $P_T = 400$ кВт с перегрузкой по току $KI_{400} = 3,1$ в течение не более 4 минут без превышения допустимой температуры.

Расчет предельной тормозной характеристики автопоезда, реализуемой ВИП

Суммарное тормозное усилие автопоезда, обеспечиваемое ЭМТ на базе ВИП, определяется по следующей формуле

$$F_T = 8 \cdot \mu_p \cdot M_{дт} / (R_k \cdot \eta_p \cdot 10^3). \quad (22)$$

Подставляя в (22) значения $\mu_p = 34,85$, $\eta_p = 0,944$, $R_k = 0,8$ м, получаем

$$F_T = 0,369 \cdot M_{дт}, \text{ кН}. \quad (23)$$

Скорость автопоезда при заданной частоте вращения вала ВИД определяется следующим образом:

$$V = 0,00865 \cdot n_{\text{д}}. \quad (24)$$

Подставляя в (23) и (24) соответствующие значения $M_{\text{дт}}$ и $n_{\text{д}}$ из табл. 4, рассчитываем зависимость $F_{\text{т}}(V)$, представляющую собой предельную тормозную характеристику автопоезда, реализуемую ВИП при электрическом торможении с постоянной тормозной мощностью $P_{\text{т}} = 400$ кВт. Результаты расчета зависимости $F_{\text{т}}(V)$ приведены в табл. 4, а график этой зависимости представлен на рис. 2.

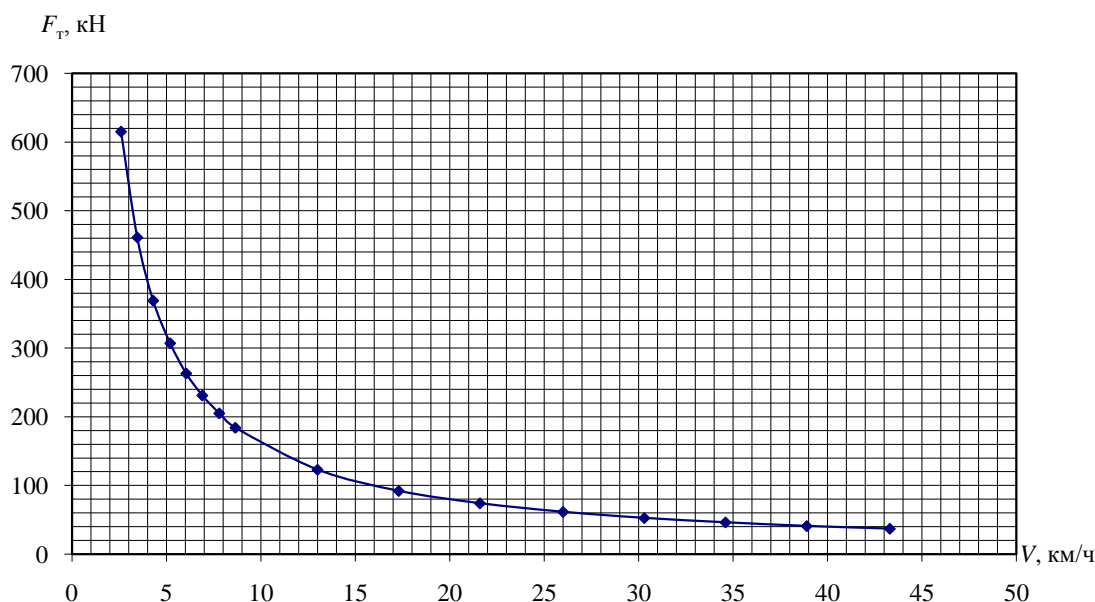


Рис. 2. Предельная тормозная характеристика автопоезда, реализуемая ВИП

Выводы

Применение электрического торможения вместо механического в существующем транспортном средстве позволит расширить возможности его применения, облегчит условия работы водителя, уменьшит эксплуатационные затраты. Реализуемые ВИП тормозные характеристики позволяют не просто активизировать работу транспортного средства в тяговом режиме, но и обеспечить при служебном электрическом

торможении требуемые тормозные свойства всего автопоезда без использования механических тормозов.

Рассчитанная предельная тормозная характеристики на валу ВИД, а также выбранные параметры и режимы ВИД могут быть использованы в качестве исходных данных для расчета и конструирования электрических машин и преобразователей ВИП, а также выбора параметров аппаратуры управления ВИП.

Литература

1. Балагуров В.Л., Галтеев Ф.Ф. Электрические генераторы с постоянными магнитами. М.: Энергоатомиздат, 1988. 280 с.
2. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. М.: Энергия, 1980. 928 с.
3. Электротехнический справочник. Т. 2 / под ред. В.Г. Герасимова. М.: МЭИ, 2003. 518 с.
4. Кузнецов В.А., Кузьмичев В.А. Вентильно-индукторные двигатели. М.: Изд-во МЭИ, 2002. 57 с.
5. Копылов И.П., Клоков Б.К., Морозкин В.П., Токарев Б.К. Проектирование электрических машин: учеб. для вузов. 3-е изд., испр. и доп. М.: Высш. шк., 2002. 757 с.

References

1. Balagurov V.L., Galteev F.F. *Jelektricheskie generatory s postojannymi magnitami* (Электрические генераторы с постоянными магнитами), Moscow, Jenergoatomizdat, 1988, 280 p.
2. Ivanov-Smolenskij A.V. *Jelektricheskie mashiny* (Электрические машины), Moscow, Jenergija, 1980, 928 p.
3. *Jelektrotehnikeskij spravochnik* (The electrical engineering Handbook), Т. 2. Moscow, MJeI, 2003, 518 p.

4. Kuznecov V.A., Kuz'michev V.A. *Ventil'no-induktornye dvigateli* (The switched-reluctance motors), Moscow, MJeI, 2002, 57 p.

5. Kopylov I.P., Klokov B.K., Morozkin V.P., Tokarev B.K. *Proektirovanie jelektricheskikh mashin*: (Проектирование электрических машин), Moscow, Vysshaya. shkola, 2002, 757 p.

S. Eruslankin

Results of modelling and justification of the choice of parameters autonomous ventilno-induktornyh of drives at electric braking of the semi-trailer of the experimental road train

Abstract. The article presents the results of the simulation service electric braking semi experimental train instead of mechanical, made a preliminary assessment of the brake when stopping trains properties electrical braking, justified the choice of parameters of the inductor valve-actuator stops when the electric braking, defined according to the limiting slopes, surmounted by train with a given speed with an electric braking with different braking power limit calculated braking performance on the shaft valve-inductor motor and limit train braking performance.

Key words: road train, ventilno-inductor drive, ventilno-inductor engine, electric braking.