

Упражнение

№1

“ГАБАРИТИ И ГАБАРИТНИ  
ПРЕСМЯТАНИЯ”

## 1. Теоретична част

### 1.1 Видове габарити

В железниците са формирани две гранични очертавания, които представляват двата основни габарита:

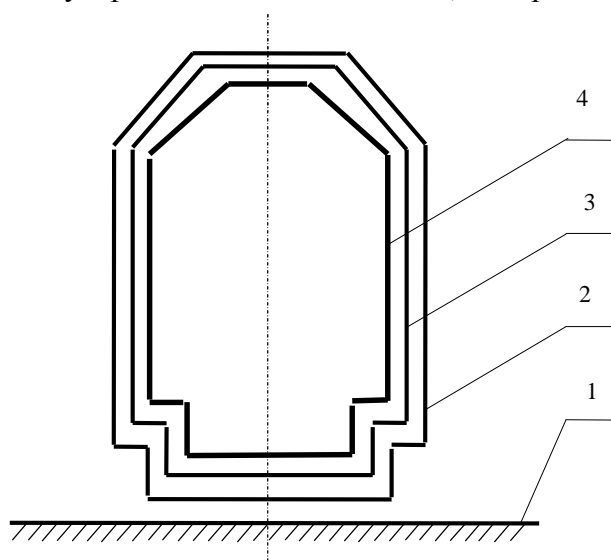
- строителен габарит;
- габарит на подвижния състав и товарите.

*Строителен габарит* е пределно очертавание, напречно и перпендикулярно на оста на железния път, вътре в което не трябва да се намират каквито и да са части на съоръжения и устройства, с изключение на елементи, предназначени за непосредствен контакт с подвижния състав, като контактни проводници, вагонозадържатели и др.

*Габарит на подвижния състав и товарите* е максималното напречно, перпендикулярно на оста на железния път очертавание, извън което не трябва да излизат частите на подвижния състав (нов и ползван с гранична степен на износване), както и товарите, намиращи се в прав, хоризонтален участък на пътя, както при натоварено, така и в празно състояние на вагоните.

Пространството между двата габарита обезпечава безопасно движение на релсовите возила, при допустимите им напречни и вертикални премествания на возилата, които възникват по време на движение.

При проектиране на вагоните за движение през определен габарит (например за международни съобщения МС, вътрешни съобщения ВС), първоначално се определя



фиг. 1.1 Схема на габаритните очертавания на возилата (вагоните)  
1 - ниво глава релса; 2 - експлоатационен габарит на подвижния състав; 3 - строително очертавание; 4 - проектно очертавание на вагона

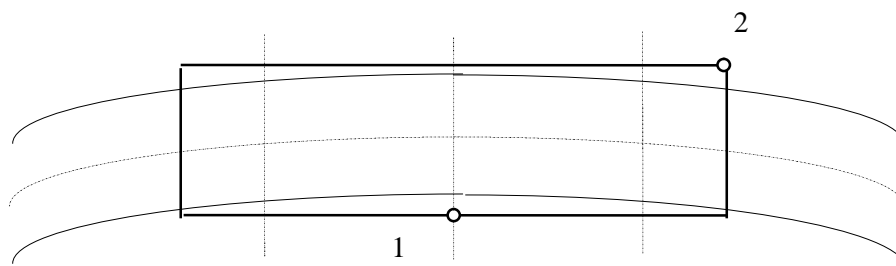
строителното, а след това и проектното очертавание на вагона (фиг. 1.1). Строителното очертавание 3 се получава чрез намаление размерите на експлоатационния габарит на подвижния състав и товарите 2 с големината на хлабините и износванията по ходовите части в хоризонтално направление. Вертикалните размери са намалени с големината на статичния провис на ресорното окачване и износванията на ходовите части на вагона в същото направление. Проектното очертавание 4 се получава като се намалят размерите на строителното очертавание с възможни и допустими размери по технологични причини.

Преместванията на возилата, напречни на оста на пътя, възникват вследствие на четири основни групи причини, без допускане на габаритни нарушения:

- премествания от възможни отклонения в железния път, като уширения, стеснения, износвания, пропадания и др.;
- премествания от динамичните трептения при движение на возилата: подскачане, люлеене, странично изместване и др.;
- премествания, породени от наличието на хлабини и износвания по ходовите части и деформации на ресорното окачване при статично натоварване на вагоните;
- премествания от излизането на части от подвижния състав извън междурелсието при преминаване в криви участъци на пътя съгласно фиг. 1.2.

## Упражнение № 1 „Габарити и габаритни пресмятания”

За нормално междурелсие 1435mm се допуска минимално стеснение 4mm, т.е. най-малкото разстояние между двете релси може да бъде 1431mm. Допустимите размери между външните повърхности на ребордите на колелата от една колоос, мерено на 10mm под кръга на търкаляне съгласно съществуващите правилници трябва да бъде max 1426mm и min 1410mm.



фиг. 1.2 Принципна схема на возило в крива с отчитане на максималните изнасяния на возилото от кривата: 1 - в средната част (вътрешно изнасяне); 2 - в челните части (външно изнасяне).

Следователно, при максимално стеснено междурелсие, хлабината между реборд и релса едностранно може да бъде от 2,5mm до 10,5mm; или вагонът може да се отклони странично на същите величини. Възможни са премествания и във вертикална посока. Ако диаметърът на колелата по кръга на търкаляне за нови колооси е 920mm, допуска се да достигне до 860mm вследствие износване и престъргване, което означава, че всички точки от коша се преместват надолу само от изменението на диаметъра на колелата. При празен вагон провисът на ресорите е около 10mm при товарните вагони, а при максимално натоварване - около 50mm. Отново е налице преместване на всички точки от коша. Горните примери потвърждават необходимостта от запазване на определени стойности на междугабаритното пространство - между строителния габарит и габарита на подвижния състав и товарите (експлоатационния габарит 2 на подвижния състав от фиг. 1.1). Недоизползването на междугабаритното пространство води до намаляване височината и ширината на вагона, което снижава икономическата ефективност на товарните и влошава комфорта на пътническите вагони.

### 1.2 Габарити за международно и вътрешно съобщение на вагоните

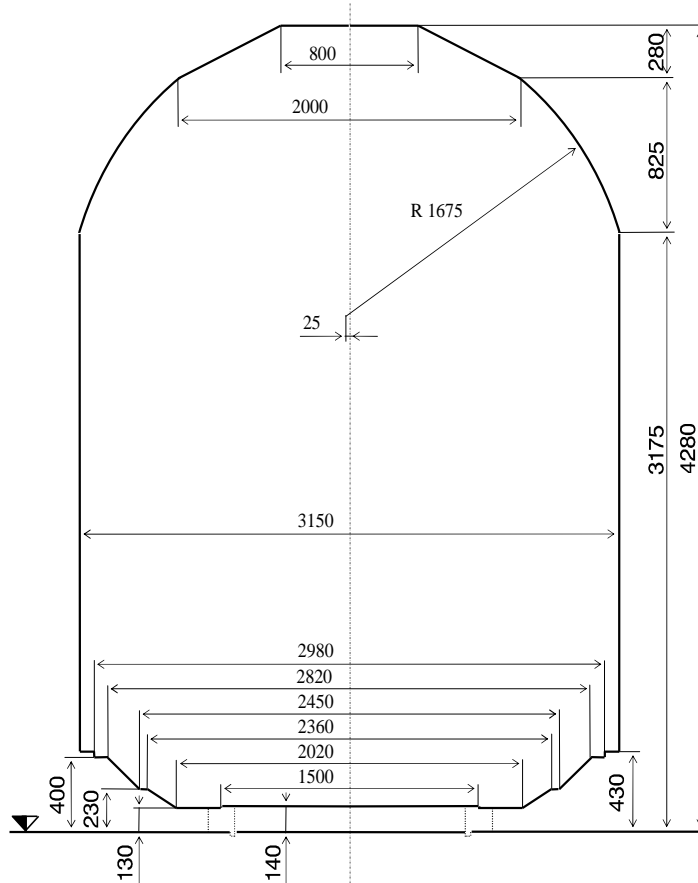
Според размерите на напречното очертание, в зависимост от междурелсията и други, има различни габарити [1,2,3,4,5]. За БДЖ от значение са следните:

- габарит на вагоните за международно съобщение МС с основни размери: ширина  $2V_0 = 3150\text{mm}$  и височина  $H = 4280\text{mm}$  (фиг. 1.3);

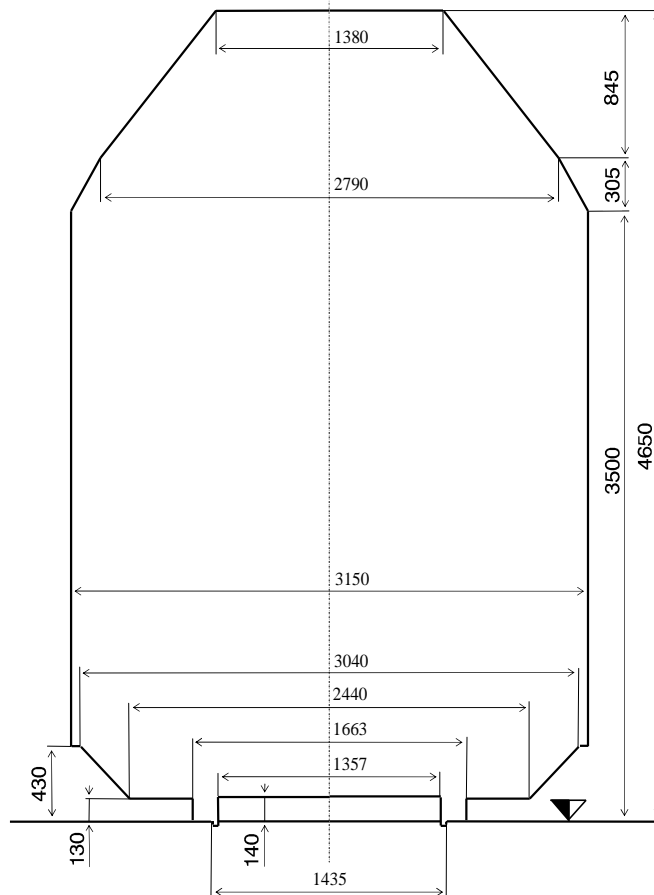
- габарит на вагоните за вътрешно съобщение ВС с основни размери: ширина  $2V_0 = 3150\text{mm}$  и височина  $H = 4560\text{mm}$  (фиг. 1.4);

- габарит на вагоните за междурелсие 760mm с основни размери: ширина  $2V_0 = 2500\text{mm}$  и височина  $H = 3550\text{mm}$ .

Упражнение № 1 „Габарити и габаритни пресмятания”



фиг. 1.3 Габарит на вагоните за международно съобщение за нормално междурелсие 1435 mm



фиг. 1.4 Габарит на вагоните за вътрешно съобщение за нормално междурелсие 1435 mm

## Упражнение № 1 „Габарити и габаритни пресмятания”

Изхождайки от статичното положение или с отчитане възможното накланяне на вагона, съществуват статичен и кинематичен габарит на подвижния състав, респективно вагоните.

Статичен габарит е максималното ограничително очертание, напречно и перпендикулярно на оста на железния път, в което трябва да се впише стоящ на прав хоризонтален път нов или с гранични износвания вагон, в празно или пълно състояние. На статичния габарит съответства граничен товарен габарит. Той се отнася за натоварени платформени и открити товарни вагони.

Кинематичен габарит е максималното ограничително очертание, напречно и перпендикулярно на оста на железния път, в което трябва да се впише стоящ на прав хоризонтален път нов или с гранични износвания вагон, в празно или натоварено състояние при отчитане възможното му странично накланяне, дължащо се на деформацията на ресорите под въздействие на неуравнесената центробежна сила или излишък на надвишение.

Размерите на кинематичния габарит са по-големи от аналогичните при статичния, но за да се използват по-рационално при проек-тиране на вагоните, са необходими по-точни данни за кинематиката на вагона.

### 1.3 Вписване на вагоните в габарит

При вписване на вагон в габарит е необходимо да се спазят следните изисквания:

- празен или пълен вагон, разположен върху железния път централно, т.е. оста на вагона да съвпада с оста на пътя, в прав участък трябва да се побира в експлоатационния (товарен) габарит;

- ширината на празен или пълен вагон, намиращ се в крива с минимален радиус и уширено междурелсие, трябва да се стесни до толкова, че да излиза от товарния габарит най-много със стойност “к”, която за точки от вагона, лежащи под 430mm се приема 25mm, а за точки над 430mm  $k = 75mm$ .

Вписването на вагон в габарит при зададени минимален радиус на кривата  $R_{min}$ , дължина на вагона  $2L$ , база  $2\ell$  и определен габарит, означава определяне на хоризонталните премествания (стеснения) за точки от сечения в централната и конзолна част на вагона и вписването им в хоризонталната габаритна рамка, след което се определя габаритната височина чрез вписване във вертикалната габаритна рамка.

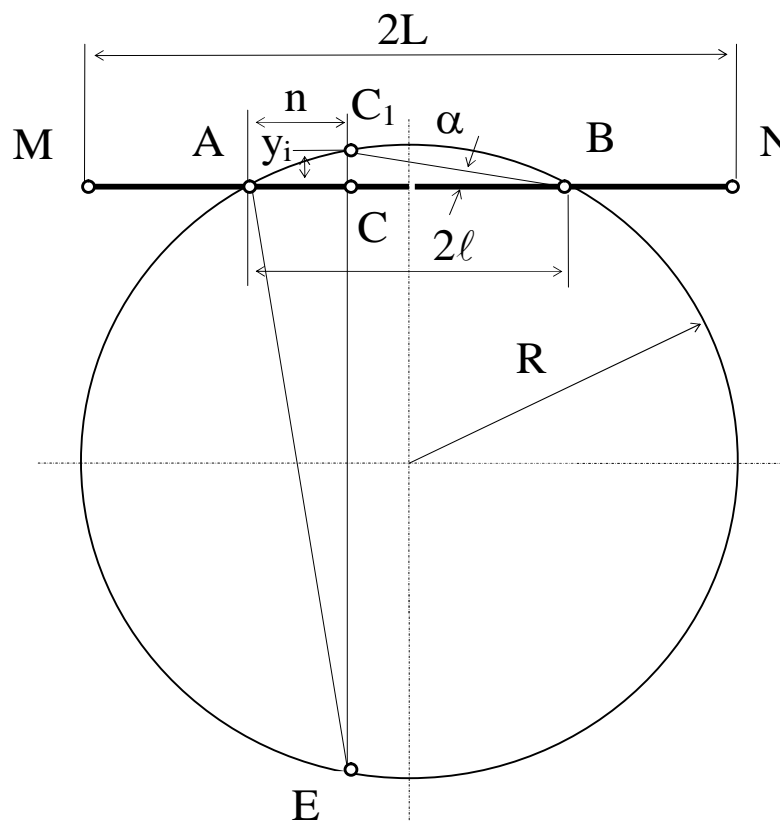
Определяне на хоризонталните премествания (стеснения) на вагона за сечения, разположени между колоосите или между централните лагери при талигови вагони -  $E_i$

Геометричното вписване на двуосен вагон с дължина  $2L = MN$  в крива с радиус  $R$  е изобразено на фиг. 1.5. Надлъжната ос на вагона пресича средната линия на пътя в крива в точките  $A$  и  $B$ , разстоянието между които е  $2\ell$  и съответства на базата на вагона. За определяне на стесненията  $y_i$  в кривата, за което и да е  $i$ -то сечение, разположено на разстояние  $n$  от точка  $A$ , през точка  $C$  се прекарва хордата  $C_1E \perp AB$  и се съединява точка  $A$  с точка  $E$ , както и точка  $C_1$  с точка  $B$ . Тъй като  $2R \gg 2\ell$ , може да се приеме че  $C_1E \approx 2R$ . Триъгълниците  $\triangle AEC$  и  $\triangle CC_1B$  са подобни. От подобие то им може да се напише съотношението:  $y_i/n = (2\ell - n)/(2R - y_i)$ ,  $y_i \cdot 2R - y_i^2 = (2\ell - n) \cdot n$   $y_i^2 \approx 0$  може да се пренебрегне, тогава  $y_i = (2\ell - n) \cdot n / 2R$ .

Най-голямо преместване в крива има сечението, разположено в средата на вагона, т.е. при  $n = \ell$  и то е:  $y_{i\max} = \ell^2 / 2R$ .

Възможно е да се получи допълнително странично изместване на вагона вследствие увеличената хлабина между реборд и релса, получена от уширението на междурелсието в крива крива и граничното износване на ребордите по време на експлоатация.

Упражнение № 1 „Габарити и габаритни пресмятания“



фиг. 1.5 Определяне на стесненията  $E_i$

В крива междурелсието задължително се уширява съгласно таблицата:

R,	1435mm	125 ÷ 150	150 ÷ 180	180 ÷ 250	250 ÷ 300	≥ 300
m	760mm	≤ 100	100 ÷ 120	120 ÷ 150	150 ÷ 200	≥ 200
уширение, mm		20	15	10	5	0
2s,	1435mm	1465*	1463	1458	1453	1448**
mm	760mm	790	785	780	775	770

\*Не се допуска 2s да надвишава 1465mm.

\*\*Разликата, в сравнение със стандартните междурелсия, идва от допустимите отклонения в техническото състояние на релсовия път.

Отчитайки максималното възможно уширение, допустимото износване на външната релса и граничното износване на ребордите може да се получи максимална хлабина едностранно  $d$ :

$$d_{\max} = 1/2 \cdot (2s_{\text{пmax}} - 2s_{\text{пmin}}) = 1/2 \cdot (1465 - 1410) = 27,5 \text{ mm},$$

където:  $2s_{\text{пmax}}$  е максималното разстояние между релсовите нишки на пътя;  $2s_{\text{пmin}}$  - минималното разстояние между ребордите, мерено на 10 mm под кръга на търкаляне.

При определяне на хоризонталните премествания  $E_i$  е необходимо да се отчете и максималното напречно преместване спрямо надлъжната ос на пътя от граничното износване, хлабините и деформациите на ресорното окачване в буксовия възел "q" и "w", което представлява най-голямото възможно напречно преместване в дадено сечение от централното положение едностранно на коша спрямо рамата на талигата вследствие хлабини при максимални износвания и трептения в елементите, осъществяващи връзката между коша и рамата на талигата. Пример "w" се получава от преместването на надресорната греда на двусосна талига, възникващо от "flexi-coil" ефекта на пружините от централното ресорно окачване или преместване на люлката, също от хлабини и износвания в централния лагер. За товарни вагони  $q+w=20\div 35\text{mm}$ ; За пътнически вагони  $q+w=50\div 55\text{mm}$ .

Упражнение № 1 „Габарити и габаритни пресмятания“

За да се избегне прекомерно голямо стеснение на ширината на вагона, съгласно фиш 505-5 на UIC, се допуска части от вагона да навлизат в осигуряващото пространство между габарита на вагона и строителния габарит. За части, отстоящи по-ниско от 430mm от глава релса е позволено да навлизат до  $k=25\text{mm}$ , за части разположени по-високо от 430mm - до  $k=75\text{mm}$ .

Окончателният вид на формулата за хоризонталното преместване за което и да е сечение на вагона, намиращо се между колоосите или между централните лагери при талигови вагони, за крива с минимален радиус  $R_{\min}$  -  $E_i$  ще бъде:

$$(1) E_i = (2\ell - n).n/2R + d + q + w + \ell_T^2/2R - k, m$$

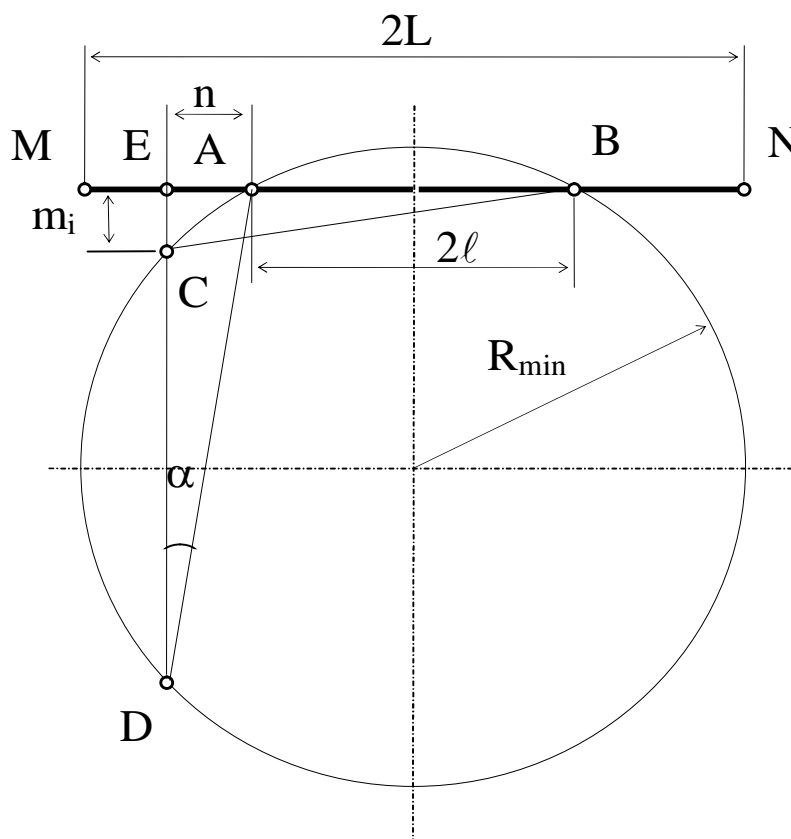
Определяне на хоризонталните премествания (стеснения) за сечения, разположени вън от водещите колооси или централните лагери при талигови вагони -  $E_a$

За определяне величината на стеснението в конзолната част на вагона само от геометричното му вписване в крива, се разглежда фиг. 1.6. За определяне на възможното преместване  $m_i$  в сечение, отстоящо на разстояние  $n$  от водещата колоос, се използват зависимостите, които важат за подобните триъгълници  $\triangle EBC \sim \triangle EAD$ :

$$(2\ell + n)/m_i = (CD + m_i)/n ; CD + m_i \approx 2R \quad m_i = (2\ell + n)n/2R$$

И в този случай е необходимо да се отчетат възможните измествания  $d, q+w$ , както и положението на централния лагер при талигови вагони. Характерно е, че тези измествания се увеличават пропорционално на отдалечаването им от водещата колоос. Хоризонталните премествания (стеснения) за сечения, разположени вън от водещите колооси или централните лагери при талигови вагони -  $E_a$  се определя по следната формулата:

$$(2) E_a = (2\ell + n).n/2R + (d + q + w).(\ell + n)/\ell - \ell_T^2/2R - k, m$$



фиг.1.6 Определяне стесненията  $E_a$

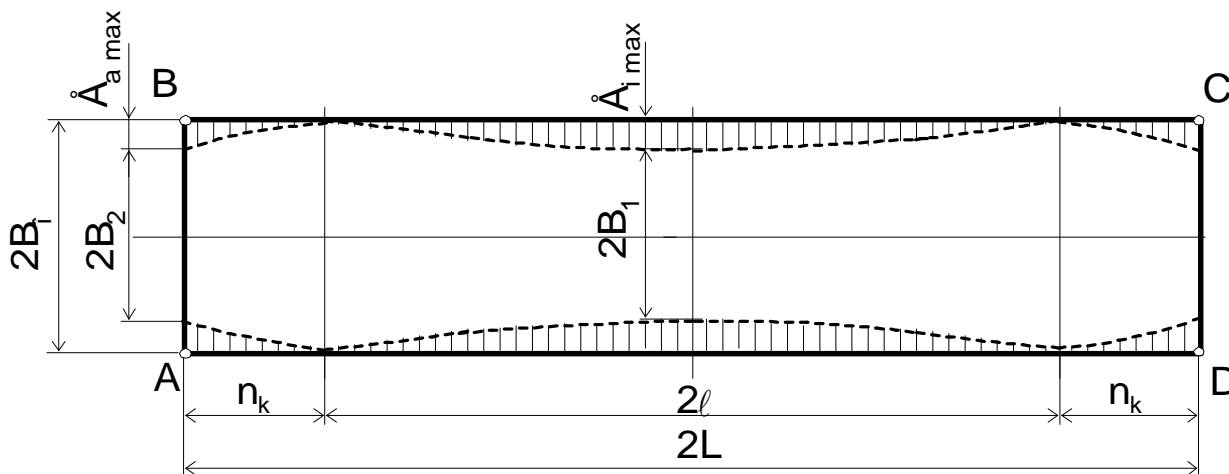
### 1.4 Определяне конструктивната ширина на вагона 2В и максималната височина на вагона с товара Н

Формулите за определяне на стесненията  $E_i$  и  $E_a$  се използват при определяне на конструктивната ширина на вагона 2В. За целта се построява така наречената хоризонтална габаритна рамка - фиг. 1.7.

Получава се оформената с прекъсната линия конфигурация на вагона, която нито конструктивно, нито технологично е изпълнима. За конструктивна ширина 2В се приема минимално получената, при:

$$E_{i \max} > E_{a \max} \Rightarrow 2B = 2B_0 - 2 \cdot E_{i \max}; \quad E_{a \max} > E_{i \max} \Rightarrow 2B = 2B_0 - 2 \cdot E_{a \max}$$

Оптимално решение е  $E_{i \max} = E_{a \max}$ , то  $2B = 2B_0 - 2 \cdot E_{i(a) \max}$ .



фиг. 1.7 Хор. габаритна рамка на вагона

Изхожда се от габаритната ширина  $2B_0$ , фиксират се базата  $2l$ , дължината на конзолната част  $n_k$  и общата дължина на вагона от челна до челна греда  $2L$  с определен мащаб, след което на определена стъпка се нанасят получените стеснения  $E_i$  и  $E_a$  за определен брой сечения.

Съгласно нормативи на UIC, минималната дължина на конзолната част за четириосните вагони се допуска да бъде най-малко 1,505m. С фишове на UIC 571-2, -3, -4 са стандартизирани дължините на покритите, открити, хладилни и специални вагони, като дължината на конзолната им част най-често се приема 1,9m. При определяне на стесненията в сечения над централните лагери, ако се получат отрицателни стойности, необходимо е да се пренебрегнат и се приемат за нулеви стойности.

Определянето на максималната височина на вагона Н или Н' с товарите (при платформени и открити товарни вагони) става чрез построяване на съответната напречна габаритна рамка и вписването в нея на вагона, евентуално с товара. Габаритната ширина за международни и вътрешни съобщения е една и съща  $2B_0 = 3150\text{mm}$ . Габаритната височина за международни съобщения е 4280mm, а за вътрешни съобщения - 4650mm. За покритите вагони се използва максимално възможната височина като се предвижда известно намаление съобразно получените стойности на  $E_{i \max}$  ( $E_{a \max}$ ) за възможните трептения на вагона като подскачане и люлеене. Има и по-точни изчисления като се изхожда от кинематичния габарит на вагоните по методика на UIC. При платформени и открити товарни вагони, които допускат натоварване над страниците - с така наречената "шапка" е необходимо да се определи максималната възможна височина на вагона с товара. Това е необходимо за определяне на ветровата сила, която се изчислява като произведение на налягането на вятъра по максималната площ на вертикалната проекция, върху която действа.



## 2. Изчислителна част

По задание от водещият преподавател се извършват габаритни изчисления на избран от каталог вагон.

Примерно построяване на хоризонтална габаритна рамка е извършено с програмния продукт Microsoft Office Excel 2003:

$$2L = 11,8 \text{ m} \quad 2l = 8 \text{ m} \quad R = 250 \text{ m} \quad 2l_T = 1,8 \text{ m} \quad k = 0,075$$

$$2S_{\Pi} = 1,458 \text{ m} \quad d = 0,024 \text{ m}$$

$$q + w = 0,035 \text{ m}$$

$$(1) \quad E_i = (2\ell - n) \cdot n / 2R + d + q + w + \ell_T^2 / 2R - k, \text{ m}$$

$$(2) \quad E_a = (2\ell + n) \cdot n / 2R + (d + q + w) \cdot (\ell + n) / \ell - \ell_T^2 / 2R - k, \text{ m}$$

	n (коорд.)	n (графика)	rg рамка	rd рамка	Ei формула 1	Ea формула 2	Ei,a (за графика)	Eg 31,5 - Ea,i	Ed Ea,i - 31,5
L/2→	-1,9	-5,9	31,5	-31,5		9,605	9,605	21,895	-21,895
	-1,425	-5,425	31,5	-31,5		6,052	6,052	25,448	-25,448
	-0,95	-4,95	31,5	-31,5		2,6795	2,6795	28,8205	-28,8205
	-0,475	-4,475	31,5	-31,5		-0,5125	0	31,5	-31,5
2l/2	-4	-4	31,5	-31,5	-2,876		0	31,5	-31,5
	-3	-3	31,5	-31,5	-0,076		0	31,5	-31,5
	-2	-2	31,5	-31,5	1,924		1,924	29,576	-29,576
	-1	-1	31,5	-31,5	3,124		3,124	28,376	-28,376
	0	0	31,5	-31,5	3,524		3,524	27,976	-27,976
	1	1	31,5	-31,5	3,124		3,124	28,376	-28,376
	2	2	31,5	-31,5	1,924		1,924	29,576	-29,576
2l/2	3	3	31,5	-31,5	-0,076		0	31,5	-31,5
	4	4	31,5	-31,5	-2,876		0	31,5	-31,5
	0,475	4,475	31,5	-31,5		-0,5125	0	31,5	-31,5
	0,95	4,95	31,5	-31,5		2,6795	2,6795	28,8205	-28,8205
2L/2→	1,425	5,425	31,5	-31,5		6,052	6,052	25,448	-25,448
	1,9	5,9	31,5	-31,5		9,605	9,605	21,895	-21,895

$$2B_0 = 3,05395 \text{ m}$$

## Литература

- [1] Ангелов В. Ръководство за курсово и дипломно проектиране на вагони. С., ВВТУ “Т. Каблешков”, 1993
- [2] Караджов Т. Димитров Ж. Вагони, Техника, С., 1988
- [3] Стоилов В. Ръководство за курсово и дипломно проектиране по дисциплината вагони. С., Печатна база при ТУ, 1986
- [4] Правилник за техническа експлоатация на вагоните
- [5] KODEXS de UIC 505-1, 3

Упражнение № 1 „Габарити и габаритни пресмятания“

