

Хазін В.Й., канд. техн. наук

ВИМОГИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАС КАРТОДРОМІВ

Анотація. В роботі проведено дослідження вітчизняного і закордонного досвіду використання різних трас картодромів для спортивних змагань. Проаналізовано вимоги до їх проектування, геометричні параметри та транспортно-експлуатаційні характеристики проїзної частини картинг-трас. У зв'язку з відсутністю в Україні норм будівельного проектування трас картодромів запропоновано нормування окремих вимог. Це зроблено на основі існуючих норм для автодоріг загального користування, проведення натурних досліджень окремих картодромів та шляхом використання спортивних правил з картингу Росії, Білорусі та України. Окремі показники пропонується визначати розрахунками з врахуванням значних гальмівних і зсувних зусиль та незначних навантажень від картингів.

Ключові слова: автомобільні картинг-траси, вимоги до проектування, нормативні показники, транспортно-експлуатаційні характеристики, розрахункові показники.

Аннотация. В работе проведено исследование отечественного и зарубежного опыта использования различных трасс картодромов для спортивных соревнований. Проанализированы требования к их проектированию, геометрические параметры и транспортно-эксплуатационные характеристики проезжей части картинг-трасс. В связи с отсутствием в Украине норм строительного проектирования трасс картодромов предложено нормирование отдельных требований. Это сделано на основе существующих норм для автодорог общего пользования, проведении натурных исследований отдельных картодромов и путем использования спортивных правил по картингу России, Белоруссии и Украины. Отдельные показатели предлагается определять расчетами с учетом значительных тормозных и оползневых усилий и незначительные нагрузки от картингов.

Ключевые слова: автомобильные картинг-трассы, требования к проектированию, нормативные показатели, транспортно-эксплуатационные характеристики, расчетные показатели.

Annotation. In this paper the research of domestic and foreign experience with using of different karting routes is developed. The requirements for their design, geometry and transport performance roadway kart-runs are analyzed. Due to the lack of Ukraine normative base for designing karting trails regulation specific requirements have been proposed. This is based on existing standards for design of public roads, conducting field studies of individual kartings and using Kart racing rules of Russia, Belorussia and Ukraine. We propose to define some indicators by calculations taking into account the significant brake and shear effort and minor load of karting.

Keywords: car kart-roads, requirements for designing, standard rates, transport operational characteristics, calculated indicators.

Останнім часом спостерігається поступове зростання популярності такого виду спорту як картинг. Проблеми проектування для будівництва нових і збереження в якісному стані існуючих трас картодромів є актуальним. Ускладнюється розвиток картингу у зв'язку з відсутністю в Україні нормативних документів і системних вимог до транспортно-експлуатаційних характеристик трас картодромів.

Лідерами світового картингу є Італія, Німеччина, Франція і Португалія. Приділяється значна увага такому виду спорту в Російській Федерації, Білорусії і країнах Прибалтики. В Україні картинг став швидко розвиватись з початку 70-х років. Перші картингові траси було збудовано в Києві, Полтаві, Миколаєві, Одесі, Дніпродзержинську, Стаханові та в інших містах України.

Змагання з картингу повинні проводитись на спеціально побудованих для цього спорудах – картодромах, основною частиною якого є автомобільна траса. Кожна окремо взята траса має свою складну конфігурацію в плані, що підвищує незручності руху по ній дає можливість перевірити майстерність водія на непростих ділянках траси. Схеми деяких трас картодромів та їх характеристика приведені на рис. 1.

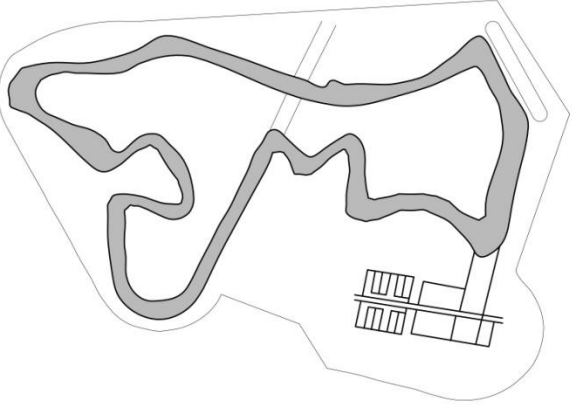
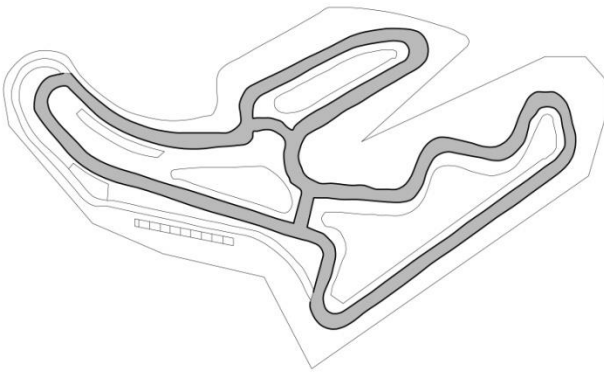
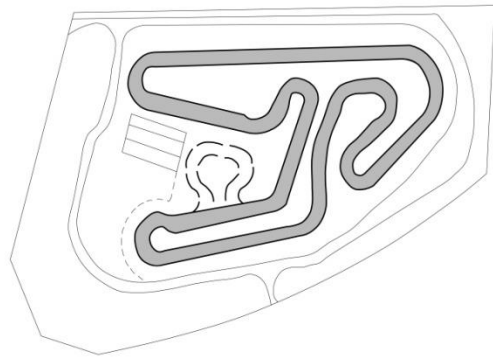
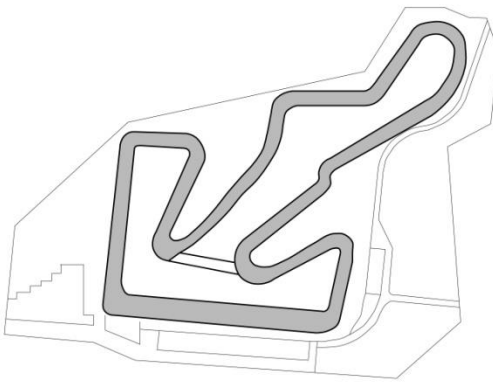
№ п/п	Схема траси	Характеристика траси
1		<p>Картродром в Австралії: Протяжність – 945 м; Ширина доріжки 8-10 м; Кількість поворотів: лівих – 5; правих – 6</p>
2		<p>Картродром в Японії: Протяжність – 1264 м; Ширина доріжки 8-10 м; Кількість поворотів: лівих – 5; правих – 7</p>
3		<p>Картродром в Австралії: Протяжність – 990 м; Ширина доріжки 8-10 м; Кількість поворотів: лівих – 7; правих – 10</p>
4		<p>Картродром в Україні: Протяжність – 1060 м; Ширина доріжки 9-14 м; Кількість поворотів: лівих – 5; правих – 9</p>

Рисунок 1 – Деякі траси картодромів

На геометричні параметри та інші транспортно-експлуатаційні показники трас картодромів впливають клас та габаритні розміри карта. До основних характеристик картингів належать крім габаритних розмірів, їх маса, потужність двигуна, кліренс, діаметр і ширина коліс тощо (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристика та габаритні розміри карта

Показник	Значення
База, мм: для класів «Піонер», «Міні» для класів «Кадет», «Ракет» для класів «Союзний-Юніор», «Інтерконтиненталь-А-Юніор», «Інтерконтиненталь-С»	900 900-1010 1010-1270
Довжина, мм.	1820
Ширина, мм.	<1400
Кліренс, мм.	20
Висота, мм.	600
Максимальний діаметр коліс, мм: передніх задніх	280 300
Максимальна ширина коліс, мм: передніх задніх	135 215
Максимальна ширина між колесами, мм: передніх задніх	1100 1300
Маса картів, кг	90-150
Потужність двигуна (робочий об'єм), см ³	50-140

Особливість проектування автомобільних трас картодромів обумовлена великою швидкістю картів (досягає 150-200 км/год.) при малих радіусах кривих, незначним навантаженням (тиском) коліс автомобіля у зв'язку з невеликою вагою картів. Значними є зсувні і гальмівні зусилля, що повинно враховуватись при розрахунку і виборі конструкцій дорожнього одягу.

Виконавши аналіз норм будівельного проектування автомобільних доріг загального користування (ДБН В. 2.3-4-2007 «Автомобільні дороги» [1]), спортивних правил по картингу Росії, Білорусі та, виконавши дослідження транспортно-експлуатаційних параметрів існуючого в Полтаві картодрому, виявлено особливості та систематизовано вимоги до проектування трас картодромів.

Автомобільна траса для проведення спортивних гоночних змагань повинна розташовуватись на території картодрому. Територія картодрому розташовується, як правило, на досить рівних ділянках землі.

Траса картодрому перш за все повинна задовольняти вимогам безпеки руху, видовищному ефекту та бути достатньо міцною, щоб забезпечити всі вимоги належного руху транспортних засобів. Для проведення досліджень на основі матеріалів INTERNET проаналізовані траси картодромів в Великобританії, Австралії, Японії, Франції, Україні та Росії. Конфігурація траси на кожному картодромі є різною (рис. 1), але можна встановити деякі їх спільні характеристики. Так кожна траса повинна мати як ліві, так і праві повороти, при чому, обов'язково з різними радіусами. Два-три повороти малого радіусу повинні змінювати напрямок руху на 180° , а декілька поворотів, радіусом близько 50 м повинні бути розраховані на велику швидкість руху.

Довжина траси зазвичай приймається в межах від 700 до 2500 м, а довжина одного кола від 300 до 1200 м. Частіш за все довжину кола приймають в межах 600-1000 м. На трасах повинно розміщуватись декілька прямих ділянок, довжина кожної з яких не перевищує 150 м, з метою обмеження розвитку швидкості, при чому одна ділянка повинна бути довжиною не менше 40 м. Кількість поворотів на складних трасах може досягти 12-20.

Траси картодромів необхідно планувати так, щоб можна було змінювати їх довжину і конфігурацію за допомогою змикання різних частин траси і влаштовувати переходи від однієї частини до іншої.

Ширина смуг руху приймається в залежності від класу та характеристики картів (табл. 1) і повинна бути в межах 6-14 м. Важливою характеристикою траси картодрому є можливість робити обгони, тому її ширина приймається такою, щоб забезпечити безпечність руху при виконанні обгонів.

Стартові ділянки мають бути більшої ширини, ніж інші доріжки траси. Нерідко лінія старту співпадає з лінією фінішу. Лінія старту повинна мати добре помітну смугу шириною не менше 5 см. Перед цією лінією траса частіше за все має прямий поворот, що змушує гонщика знизити швидкість руху і вчасно забезпечити гальмування карту.

Особливості існують і при проектуванні повздовжнього і поперечного профілів. Так, найбільший повздовжній ухил повинен бути 50%. Поперечний ухил приймається в межах від 30 до 100% і повинен забезпечити швидкий стік

води. Поперечний профіль траси може бути одно- або двосхилим і повинен плавно суміщуватись з рельєфом місцевості. Обов'язковою вимогою при проектуванні трас картодромів є забезпечити водовідведення, не допускаючи замочування ґрунтів земляного полотна та основи картинг траси.

Допустимі відхилення рівності верхнього шару асфальтобетонного покриття повинні бути в межах до 5 мм [1]. Не допускається в конструкції дорожнього одягу траси тріщин, хвиль, ум'ятин, зсувів, просідань, руйнування відбійних каменів.

При проектуванні картинг трас повинна приділятися велика увага засобам безпеки учасників руху, суддів і глядачів. Досвід проведення автомобільних змагань показав, що найбільш небезпечними місцями трас є зони змін швидкості руху (рис. 2). Сюди відносяться стартові зони, зони гальмування і перемикання передач перед поворотами, сам поворот і зона, в якій карт розганяється найбільш інтенсивно після повороту, зона перед глядацькими трибунами та зона перед ремонтними боксами.

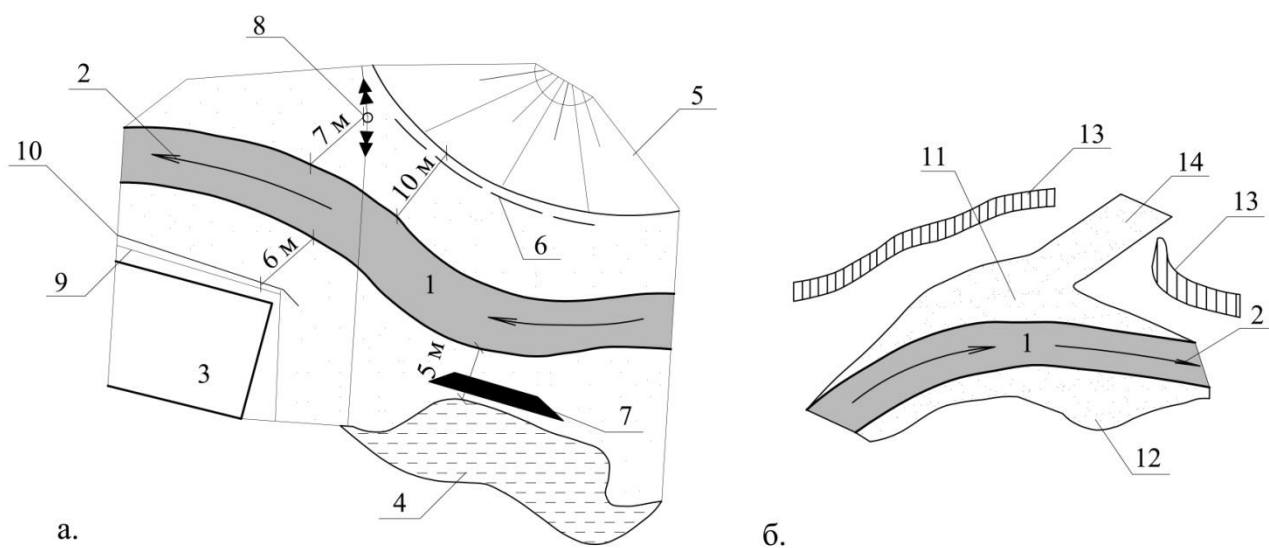


Рисунок 2 – Технічні засоби безпеки при проектуванні трас картодромів: а – схема характерної ділянки траси; б – схема повороту з організованою придорожньою територією; 1 – траса картодрому; 2 – напрям руху картів; 3 – глядацькі трибуни; 4 – водойма; 5 – природні та інші перешкоди; 6 – старі покриття, вкопані в землю; 7 – захисні пристрої з ударопоглинальних матеріалів (пресована солома, пінопластові або поролонові блоки); 8 – лінія електропередач; 9 – металева сітка; 10 – захисний брус з профільної сталі; 11 – аварійна зона; 12 – зона уповільнення руху; 13 – огорожа; 14 – запасний виїзд

Особливою вимогою до стартової зони є забезпечення достатньої ширини для декількох рядів картів на старті та збереження цієї ширини на довжину до 75 м. Оскільки для більшості трас стартова зона є одночасно і фінішною біля неї розміщуються глядацькі трибуни і приміщення для суддів. Трибуни потрібно відгороджувати від траси бар'єрами та металевими стінками (рис. 2). Безпека суддів на старті забезпечується застосуванням світлофорів або будується спеціальний консольний поміст.

Найбільш аварійною є зона при вході в поворот, в самому повороті і на виході з нього. За такою аварійною зоною необхідно влаштовувати зони уповільнення руху картів. Десятиметрова зона безпеки включає в себе гравійне узбіччя або смугу укріпленого травою ґрунту. Обов'язкова вимога для таких зон – це відсутність канав, ям, шин, каменів та інших перешкод. При відсутності в будь-якому місці траси вільної зони безпеки шириною 10 м, необхідно створювати в цих місцях захисні пристрої з ударопоглинальних матеріалів (рис. 2а).

Проведений аналіз особливостей забудови картодромів дозволяє встановити нормативні вимоги до проектування автомобільних картинг-трас (табл. 2).

Нормативні параметри запропоновані для карту «Союзний», групи національних класів.

Вони базуються перш за все на результатах вивчення досвіду нормування параметрів трас картодромів закордоном, принципів проектування автомобільних доріг загального користування України та врахуванні специфіки транспортних засобів і його руху. Стало можливим встановити вимоги, які підлягають нормуванню, наприклад ширину проїзної частини, величину розширення смуги руху на кривих ділянках траси, швидкість руху, мінімальний радіус кривої в плані, мінімальні значення коефіцієнта сцеплення (див. табл. 2). Проте певні показники не підлягають нормуванню в фізичних одиницях, або геометричних показниках, наприклад вимоги, пов'язані з засобами безпеки учасників змагань, суддів і глядачів.

Найбільш складними проблемами при проектуванні є забезпечення міцності і стійкості трас картодромів на дію гальмівних і зсувних зусиль. Пропозиції по таким розрахункам приведені в науковій роботі «Врахування зсувних зусиль при проектуванні трас картодромів» [3].

Таблиця 2 – Рекомендовані нормативні вимоги для проектування трас картодромів

Параметри	Згідно з ДБН В. 2.3-4-2007 (автодорога I категорії)	Параметри картодрому в м. Полтава	Згідно зі спортивними правилами по картингу РФ	Згідно зі спортивними правилами по картингу Білорусії	Запропоновані
1. Швидкість руху, км/год.	150	150-200	150	150	150
2. Габаритні розміри тр. засобів, м.:					
- ширина	2,55	1,4	1,4	1,4	1,4
- довжина	12,0	1,82	1,82	1,82	1,82
3. Кількість смуг руху	4;6;8	1	1	1	1
4. Ширина смуги руху, м.:					
- мінімальна	3,75	9	8/6	8	8-9*
- максимальна		14	13	14	13-14*
5. Ширина узбіччя, м.	3,75	4-9	6-10	6-10	6-10*
6. Ширина зем. полотна, м.	28,5	13-23	14-20	14-20	14-20
7. Найбільший поздовжній похил, %	30	30	50	50	50
8. Найбільший поперечний похил, %	30	30-40	100	100	55
9. Поперечний ухил на віражах, %	20-30	30-40	100	100	100
10. Найменші радіуси кривих, м.:					
- у плані	1200	5	5	5	5*
- у позд. профілі	8000	4000	-	-	4000
11. Рекомендована довжина прямої в плані, м.	3500-5000	150	170	170	170
12. Потріб. модуль пружності, МПа	270	200-230	-	-	200
13. Довжина траси	-	1150	700-2500	700-2500	700-2500
14. Мінімальне значення коэф. зчеплення	0,35	0,45	-	-	0,45
15. Рівність асфальтобетонного покриття, мм.	5	5	-	-	5

* Величина встановлюється згідно розрахунку

** Приймається у відповідності до вимог безпеки, при менших значеннях необхідне обладнання траси належними засобами безпеки

Таблиця 3 – Розрахунок величини бокових дотичних зусиль

Радіус повороту, м	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Розрахункова швидкість, км/год	22,2	25,3	28,1	31,1	34,2	36,9	40,1	43,1	45,8	48,9
Зусилля від задньої осі	10,9	10,4	8,16	7,26	6,58	6,15	5,98	5,84	5,70	5,68
Зусилля від передньої осі	11,3	7,0	5,6	4,97	4,7	4,5	4,49	4,48	4,47	4,55
Питомий тиск на покриття	2,22	1,14	1,37	1,22	1,13	1,07	1,05	1,03	1,02	1,02

Виконані відповідні розрахунки дозволили визначати величину бокових дотичних зусиль (табл. 3) та максимально допустиму швидкість карту при русі по кривій в залежності від величини радіусу повороту з умови зсуву (табл. 4).

Розрахунок конструкції дорожнього одягу необхідно виконувати виходячи з питомого тиску на покриття, який виникає при проходженні карту на кривій з радіусом $R = 5$ м в плані.

Таблиця 4 – Максимальна допустима швидкість карту при русі по кривій в залежності від величини радіусу повороту

	Максимальна допустима швидкість руху при радіусі повороту R_n , м									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
З умови перекидання	100	140	170	200	220	240	260	280	295	310
З умови зсуву	42	60	75	85	95	105	115	120	130	135

Зважаючи на незначну вагу карту міцність асфальтобетонного дорожнього одягу від тиску коліс можна розрахувати виходячи з навантаження від обслуговуючих машин, наприклад поливальних.

Література

1. ДБН В.2.3–4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги / Мінрегіонбуд України. – К., 2007.
2. Білятинський О.А. Проектування автомобільних доріг / О.А. Білятинський, В.Б. Старовойда, Я.П. Хом'як. – К.: Вища школа, 1990.
3. Хазін В.Й., Ерлі А.О. Врахування зсувних зусиль при проектуванні трас картодромів. / Дороги і мости: Збірник наукових праць. Випуск 11. – К., 2009.
4. Уриханян Х.П. Картинг-спорт юных. – М., 1988.
5. Национальные спортивные правила по картингу / Российская Федерация. – М., 2006.