

Відкорегувати

Лекція №1 Основні елементи контактної мережі

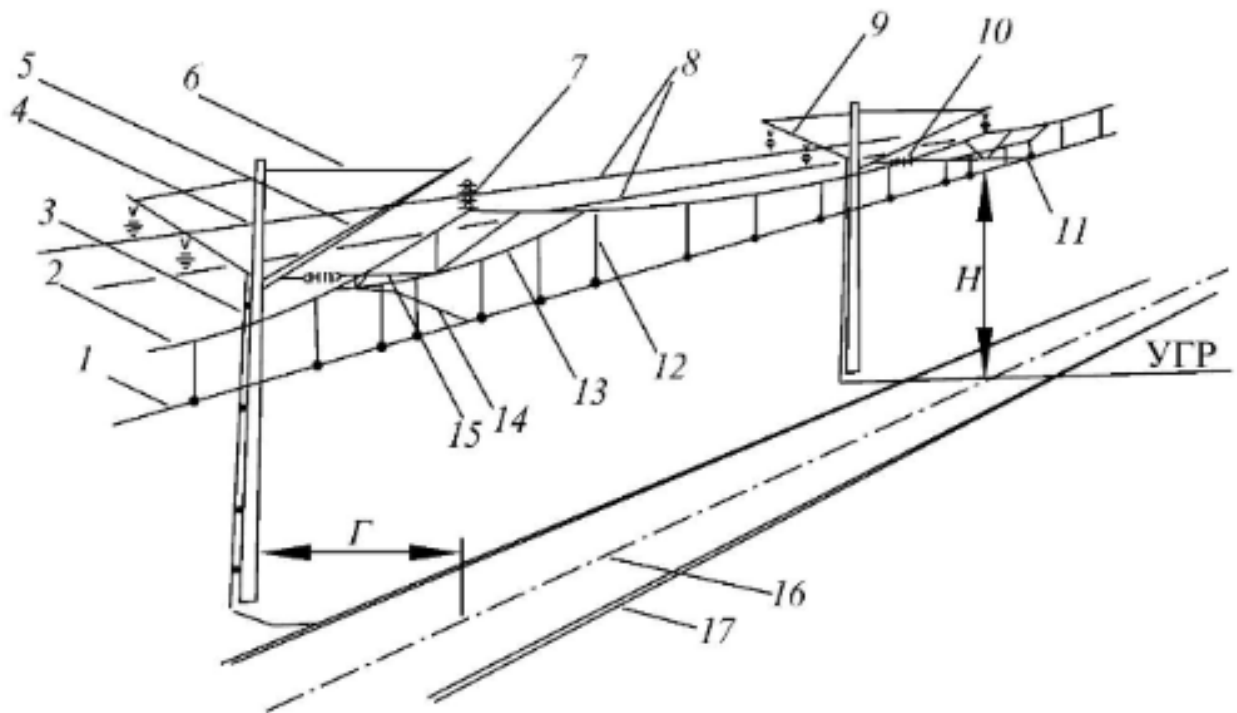


Рис. 1. Основні елементи контактної мережі:

1 - контактний провід; 2 - несучий трос; 3 - дріт заземлення опори; 4 - опора контактної мережі; 5 - консоль; 6 - тяга консолі; 7 - гірлянда ізоляторів; 8 - повітряна лінія (ДПР); 9 - кронштейн; 10 - ізолятор фіксаторний; 11 - основний стрижень зворотного фіксатора; 12 - ланкова струна; 13 - ресора струна; 14 - додатковий стрижень фіксатора; 15 - основний стрижень прямого фіксатора; 16 - вісь шляху; 17 - рейок; Γ - габарити опори; H - висота контактного проводу від УГР; УГР - рівень головки рейки

Лекція №2 З'єднання проводів

З'єднання проводів контактної мережі в прольотах повинні мати механічну міцність, рівну міцності проводу. Отримати з'єднання проводів такої міцності за допомогою різних затискачів не завжди вдається. Тому стандартом встановлено, що затискачі, призначені для механічного з'єднання і анкерування проводів, повинні утримувати їх без прослизання і руйнування дроти (включаючи руйнування окремих дротів багатодротяних проводів) при навантаженні не менше трикратної допустимої або 90% мінімальної руйнівного навантаження з'єднуються проводів. Арматура, призначена для електричного (із забезпеченням механічної міцності) з'єднання проводів, також повинна утримувати їх без прослизання або зриву при навантаженнях, що перевищують максимальні розрахункові для зазначених режимів, з коефіцієнтом запасу не менше 1,5.

У стикових затискачах контактного проводу зазор між проводами при додатку допустимої навантаженні не повинен перевищувати 1 мм.

Значення граничних навантажень, при яких арматура повинна утримувати дроти без прослизання або зриву, і схеми їх застосування вказуються в нормативно-технічній документації.

Якість електричного контакту з'єднань повинна задовольняти вимогам стандартів, а саме: електричний опір з'єднання повинно бути менше або дорівнює опору такого ж по довжині ділянки цілого проводу. Якість з'єднання оцінюється значенням коефіцієнта дефектності по електричному опору κ_R , тобто ставленням опору проводу в місці з'єднання R_c до опору такого ж по довжині ділянки цілого проводу $R_{пр}$. Так як падіння напруги прямо пропорційно опору, то

$$\kappa_R = R_c / R_{пр} = \Delta v_c / \Delta v_{пр},$$

де Δv_c - падіння напруги на з'єднанні;

$\Delta v_{пр}$ - падіння напруги на ділянці проводу рівної довжини.

Початковий κ_R у нових безболтових (нероз'ємних) з'єднань багатодротних проводів, а також у з'єднань контактних проводів, виконаних за допомогою затискачів з болтами, повинен бути не більше 0,9; у з'єднань, виконаних за допомогою болтових плашечних затискачів (живлять, сполучних і перехідних), - не більше 1,0.

В експлуатації значення κ_R з'єднання проводів можуть бути більше початкових, але вони не повинні перевищувати значень 1,2 в нормальних режимах. При $\kappa_R = 1,2 \dots 2$ перехідний опір в контакті має завищене значення, і в залежності від відповідальності вузла і величини струмів навантаження і коротких замикань (к.з.) для таких з'єднань встановлюють більш часті терміни оглядів. При $\kappa_R > 2$ з'єднання вважається дефектним і має бути відремонтовано або вирізане і замінено на нове.

Стикування робочих контактних проводів здійснюють стиковими зажимами неробочих відходять гілок за допомогою двох клинових затискачів і сполучної планки або тимчасово трьома болтовими затискачами.

Найбільшого поширення набув спосіб стикування контактних проводів з використанням різних нероз'ємних (типу 059) і роз'ємних (типу КС-321) болтових затискачів. Раніше застосовувані роз'ємні затискачі 058 зняті з виробництва і підлягають заміні. Монолітні стикові затискачі 059 для контактних проводів перерізом 85, 100 мм 2 мають шість стопорних вертикальних болтів 1 і два стяжних горизонтальних 2 (рис. 2.9), для

контактних проводів перетином 150 мм² - вісім стопорних болтів. Допустима розтягуються навантаження для цих затискачів відповідно 15 і 20 кН.

Міцність закріплення контактної провід в нероз'ємному стиковому затиску багато в чому залежить від розмірів його паза і товщини губок затиску.

Стикового затиск 059-6 (КС-321-1) (рис. 2.10) призначений для стикування контактних проводів площею перетином 85-120 мм², допустиме навантаження 12 кН, випробувальна навантаження 18 кН, руйнівне навантаження 30 кН, допустимий струм 720 А, маса 0,8 кг.

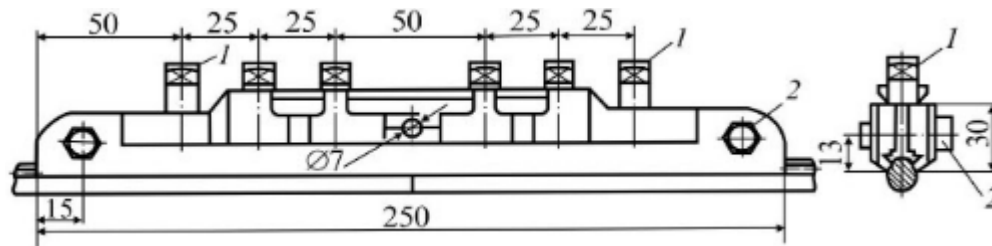


Рис.2.9. Затиск стикового КС-059 зі стопорними болтами для контактних проводів перетином 85 і 100 мм²

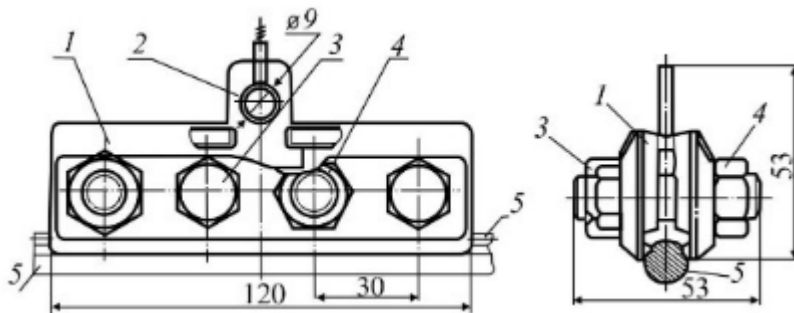


Рис. 2.10. Затиск стикового 059-6 (КС-321-1) для контактних проводів перетином 85-120 мм²: 1 - плашка; 2 - вкладиш; 3 - болт М12х40; 4 - гайка; 5 - стикуються контактні дроти

Відстані між зажимами при вставках 5 в контактні дроти 1 показані на рис. 2.11. Мінімальна довжина вставки контактної провід повинна бути не менше 1,5 м (рис. 2.11, а). При цьому стик не повинен бути ближче 1 м від фіксуючого затиску.

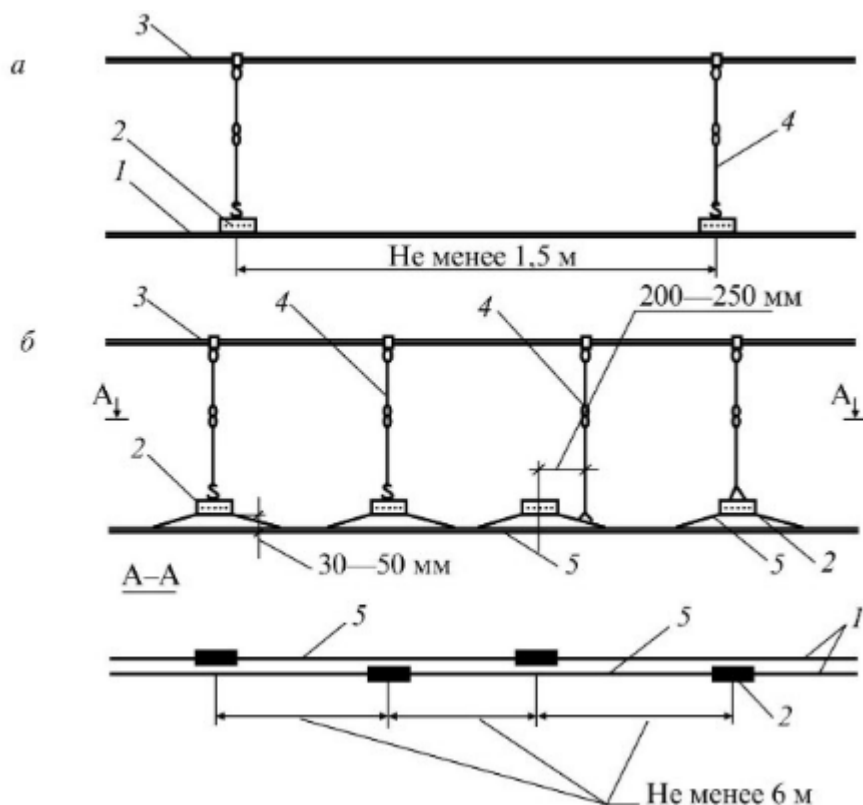


Рис. 2.11. Вставки в поодинокі (я) і в подвійні (б) контактні дроти

Стикові затискачі 2 підвішують на струнах 4 до несучого тросу 3. У разі розташування стикового затиску на відстані менше 1 м від робочої струни ланцюгової підвіски її поєднують зі струною стикового затиску. При двох контактних проводах в ланцюгової підвісці стикові затискачі розташовують на відстані не менше 6 м (рис. 2.11, б) один від іншого, а для поліпшення струмознімання контактний провід зі стикових затискачем піднімають на 30-50 мм вище другого проводу. Струною затиск на другому контактному проводі встановлюють на відстані 200-250 мм від середини стикового затиску. Для зменшення зносу контактних проводів в місцях установки стикових затискачів при одному контактному проводі в ланцюгової підвісці затискачі піднімають на 10-20 мм вище сусідніх точок підвісу контактного проводу.

Стикування контактних проводів неробочих гілок проводиться за схемою, наведеною на рис. 2.12, а.

Перед установкою стикового затиску контактні поверхні його і з'єднувальних проводів повинні бути ретельно зачищені.

Стики контактних проводів повинні забезпечувати плавний (без ударів і щирий) прохід по ним полозів струмоприймачів при максимальній швидкості руху поїздів.

Способи холодної зварювання контактних проводів встик тиском були розроблені в ряді країн. Сутність холодної зварювання полягає в тому, що при додатку високого тиску (обтиску) (до 800 кН) відбувається сильне

деформування і протягом металу по межі поділу поверхонь, що з'єднуються, в результаті чого відбувається їх схоплювання при температурі навколишнього повітря, тобто без будь-якого нагріву. Оскільки сполучаються елементи не нагріваються, то хімічний склад металу в зоні зварювання не змінюється. Однак надійність і довговічність з'єднання встик контактних проводів, отриманого холодним зварюванням тиском, залежить від дуже великої кількості факторів.

Застосовувалася також зварювання енергією вибуху, яка заснована на здатності металів утворювати міцні металеві зв'язку в твердому стані при їх високошвидкісному зіткненні.

Обидва методи: холодне зварювання тиском і зварювання енергією вибуху не отримали подальшого розвитку з огляду на низьку надійності вузла з'єднання і складною технологією робіт.

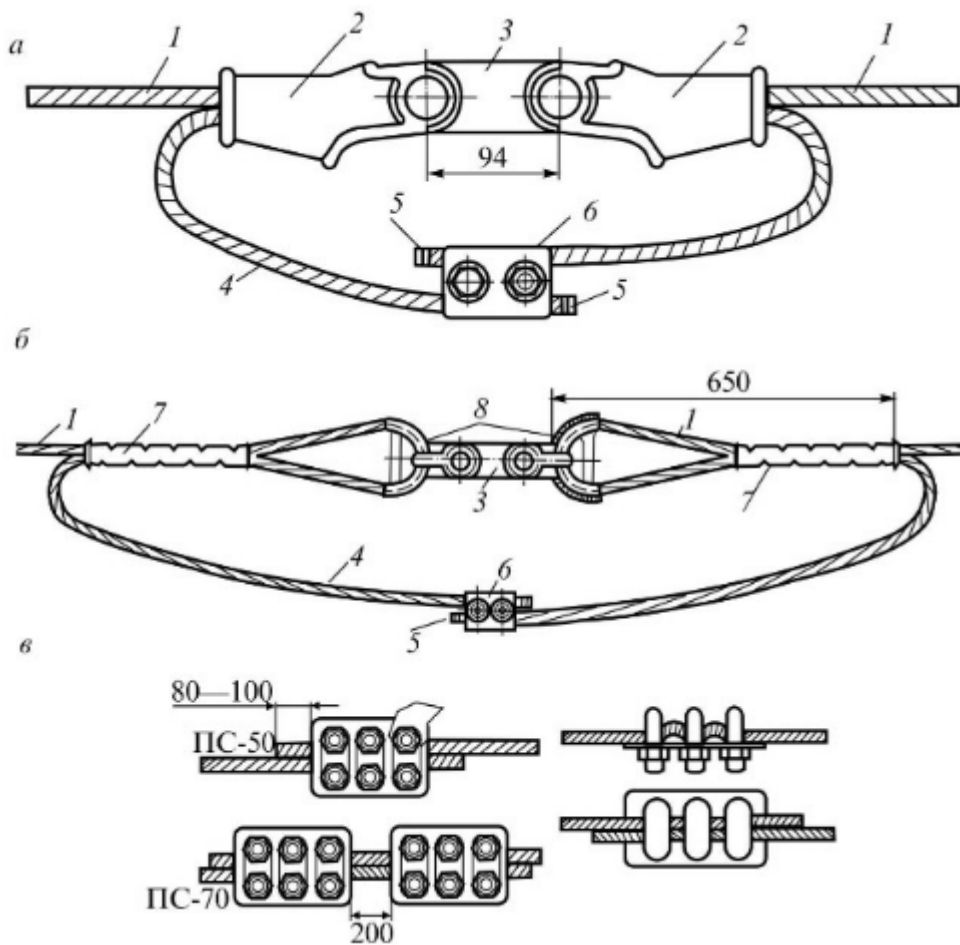


Рис. 2.12. З'єднання проводів: а - контактних, сталемедний з натягом менше 15 кН; б - із міді в - сталевих; 1 - трос (контактний провід); 2 - клиновий затискач; 3 - сполучна планка; 4 - шунт; 5 - бандаж; б - з'єднувальний затискач; 7 - овальний з'єднувач; 8 - навантажувач коуш

З'єднання багатодротяних проводів з урахуванням їх призначення і марки виконують методами обтиску, скручування і опресування овальних з'єднувачів,

аргонодугового та термитної зварюванням, болтовими зажимами, за допомогою навантажувачів коушів або клинових затискачів та з'єднувальних планок, а також цанговими і кліноболтовими зажимами.

Найбільш поширеним способом для багатодротяних проводів є з'єднання їх за допомогою овальних з'єднувачів, що представляють собою трубку овального перетину, виготовлену з міді, алюмінію або сталі, з розвальцюванням на обох кінцях (рис. 2.13, а).

Мідні і сталевомідний дроти перетином до 120 мм² з'єднують мідними овальними з'єднувачами СОМ (з'єднувач овальний для мідних проводів), алюмінієві і сталюалюмінієві перетином до 185 мм² - соединителями СОА і СОАС відповідно, сталеві перерізом до 70 мм² - соединителями СОС. З'єднувачі на підприємстві-виробнику постачають маркою, що вказує, для якого проводу він призначений, наприклад, СО АС-70 - з'єднувач овальний для сталюалюмінієвого дроти АС-70.

Експлуатаційна надійність з'єднання в великій мірі залежить від того, наскільки ретельно виконана обробка і очищення кінців проводів і контактних поверхонь з'єднувачів. Після підготовки до з'єднання кінці проводів вводять в з'єднувач внахлестку таким чином, щоб вони виходили з нього на 40-50 мм. Якщо на з'єднанні виконується шунт, то кожен кінець дроту випускають з з'єднувача приблизно на 3/4 його довжини і з'єднують їх у вигляді петлі термитної зварюванням або болтовим затискачем (див. Рис. 2.12, а, б).

Обтиснення овальних з'єднувачів на проводах перерізом до 185 мм² здійснюють гідравлічними або механічними пресами (наприклад, монтажними кліщами МІ-19А).

Обтиснення виконують за ризиками 1-10, нанесеним на соединителе (рис. 2.13, б) по черзі з обох сторін. Механічну міцність з'єднань обтисненням можна збільшити, якщо замість використання кліщів обпресовувати їх гідравлічним пресом. Для обпресування овальних з'єднувачів використовують набір інструментів Ніос-2 і гідравлічний прес ПГЕП-2 з електричним приводом, а також ручний гідравлічний прес РГП-7М, ПГР-20М, ПР-6 і ін.

Овальними з'єднувачами методом обтиску з'єднують багатодротяні дроти - мідні перетином 70-120 мм² і алюмінієві перетином 120-185 мм².

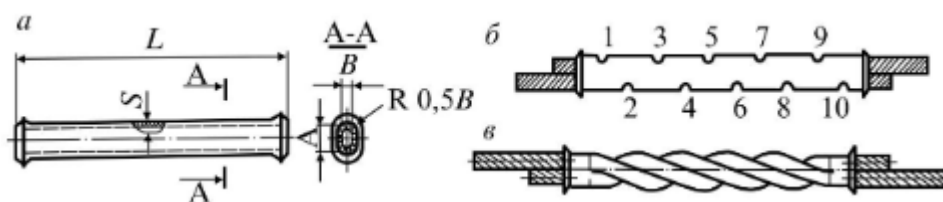


Рис. 2.13. Овальний з'єднувач (а) і з'єднання проводів, виконані обтисненням (б) і скручуванням (в) з'єднувача

Для більш повного використання механічних і електричних властивостей овальних з'єднувачів, а також спрощення їх монтажу широко застосовують з'єднання сталевих, алюмінієвих, багатодротних і однодротових дротів способом скручування. При скручуванні овального з'єднувача з введеними в нього кінцями проводів останні утворюють гвинтові лінії, причому корпус з'єднувача щільно обжимає скорочення проводу на всій довжині з'єднувача (рис. 2.13, в). Для такого з'єднання проводів в залежності від їх марки застосовують спеціальні пристосування МІ-189А, МІ-190 або МІ-230А.

Овальними з'єднувачами методом скручування з'єднують алюмінієві і сталеві багатодротні дроти площею перетину 16-95 мм².

Сталевомідний дроти, які мають натяг не більше 15 кН, з'єднують так само, як неробочі гілки контактних проводів, за допомогою двох клинових затискачів і сполучної планки (див. Рис. 2.12, а), вузол стикування шунтують. Вільні кінці проводів, що утворюють шунт, можуть бути з'єднані болтовими затискачами або встик термитної зварюванням.

Мідні і сталевомідні проведення з'єднують також за допомогою навантажувачів коушів, овальних з'єднувачів і сполучної планки (див. Рис. 2.12, б).

Сталеві дроти діаметром 9-13 мм з'єднують троххомутовими стиковими зажимами 079. Провід С-50 стикується одним затискачем, а С-70 - двома (див. Рис. 2.12, в). На кожен затиск допускається розтягуються навантаження не більше 30 кН.

Для поліпшення електричних характеристик з'єднань з зажимами або овальними з'єднувачами вільні кінці алюмінієвих, сталевих і мідних проводів стикуються термитної зварюванням, яку виконують за допомогою спеціальних термітних патронів. Така зварювання забезпечує надійний електричний контакт.

Термітну зварювання проводів здійснюють за допомогою спеціальних зварювальних пристосувань, кліщів або пістолетів (рис. 2.14). Для термітного зварювання встик сталевих і алюмінієвих проводів перетином 50-185 мм² застосовують спеціальні кліщі.

Перед термитної зварюванням кінці проводів очищають до металевого блиску, ретельно знежирюють в бензині (забороняється користуватися етилованим бензином) або в іншому розчиннику, дають просохнути, а потім вставляють в термітний патрон до упору у вкладиш. Тип термітного патрона повинен відповідати діаметру зварюються проводів.

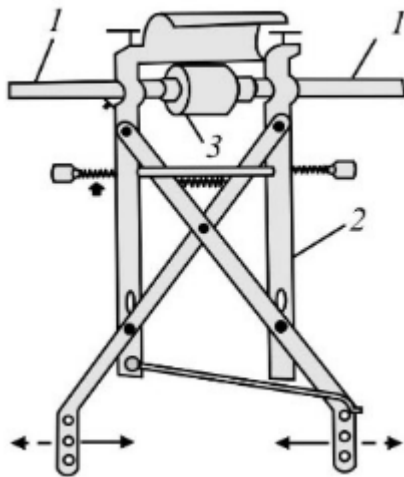


Рис. 2.14. Термитная сварка многопроволочных проводов:

1 — провод, 2 — приспособление для сварки; 3 — термитный патрон

Термитної зварюванням виконують з'єднання багатодротяних алюмінієвих і сталєалюмінієвих проводів у всіх вузлах контактної мережі, де натяг в стикуються проводах не перевищує 5 кН (500 кгс).

Аргонодуговою зварюванням з'єднують багатодротяні дроти (крім сталевих) і шини для приєднання відсмоктувальних, що підсилюють ліній і обводів, шлейфів роз'єднувачів і електричних з'єднувачів.

Обпресуванням з використанням безболтових затискачів з'єднують несучі троси, алюмінієві і сталєалюмінієві дроти, електричні з'єднувачі з мідного багатодровтовими дроти між собою і з контактними проводами.

З'єднання болтовими, стиковими цанговими і клиновими (кліноболтовими) зажимами здійснюють:

- мідних і сталемедний несучих тросів площею перетину 95 і 120 мм² двома стиковими плашечними чотирехболтовими або стиковими цанговими або двома кліноболтовими зажимами з сполучної планкою між ними. При тимчасове відновлення допускається стикування шістьма сполучними двоболтовому зажимами;

- мідних і сталемедний проводів перетином 50 і 70 мм² - двома клиновими зажимами з сполучної планкою між ними або трьома двоболтовому сполучними зажимами;

- алюмінієвих і сталєалюмінієвих проводів перетином 16-185 мм² стиковими цанговими або трьома сполучними зажимами;

- сталєалюмінієвих проводів марки ПБСА-50/70 - двома кліноболтовими зажимами з сполучної планкою між ними (рис. 2.15);

- сталевих тросів - треххомутовими зажимами (див. рис. 2.12, в).

Болтові сполучні затиски слід встановлювати на відстані не менше 1,5 довжини затиску один від іншого.

Виступаючі з клинових і кліноболтових затискачів кінці проводів повинні бути відігнуті. Відігнуті кінці сталемедний проводів з'єднують одним плашковим затискачем, мідних і сталеалюмінієвих проводів марки ПБСА-50/70 - двома зажимами.

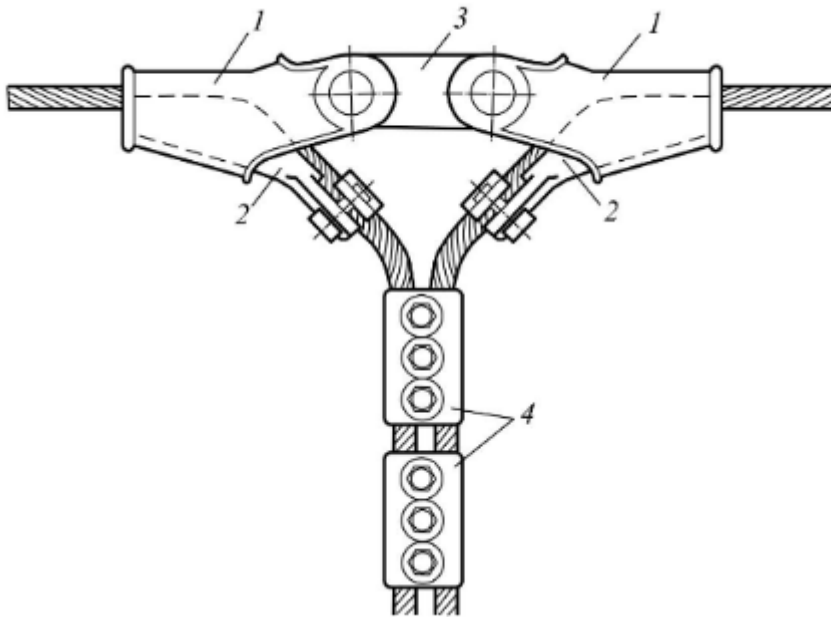


Рис. 2.15. Стикування дроти ПБСА-50/70:

1 затиск клиновий 035; 2 - клин болтової 038-3;
3 - сполучна планка; 4 - затиск 064

Лекція № 3 Рівень ізоляції контактної мережі постійного і змінного струмів

Електрична ізоляція контактної мережі піддається впливу різного роду напружень. По-перше - це довготривале робоча напруга. При номінальній напрузі 25 кВ при змінному струмі і 3,0 кВ при постійному рівень напруги на струмоприймачі ЕРС повинен бути не менше 21 і не більше 29 кВ при змінному струмі і не менше 2,7 і не більше 4 кВ при постійному.

По-друге - це короточасні внутрішні перенапруги, що виникають при включених і відключеннях різних елементів контактної мережі, а також при аварійних режимах (комутаційні перенапруги). Небезпечними внутрішніми перенапруженнями є перенапруги при відключенні коротких замикань (к.з.) ненавантажених ділянок контактної мережі і трансформаторів. На ділянках постійного струму найбільш небезпечні також перенапруги при відключенні фідерними вимикачами к.з. поблизу тягової підстанції або поста секціонування. Їх максимальне значення складає 10-11 кВ, а тривалість 10-15 мс.

На ділянках змінного струму перенапруги при відключенні ненавантажених трансформаторів можуть досягати більш ніж триразового

значення максимального робочого напруги в контактній мережі $U_{\max}$, а при відключенні контактної мережі без навантаження напруга не перевищує $2,5 U_{\max}$. Перенапруги $(1,5-2) U_{\max}$ мають тривалість $0,4-0,6$ с, а більше $2 U_{\max}$ - $50-70$ мс.

По-третє - це грозові (атмосферні) перенапруги, які пошкоджують ізоляцію при прямих ударах блискавки в опору або контактну підвіску. Час їх впливу мало ($10-100$ мкс), проте їх значення при відсутності спеціальних заходів захисту можуть досягати мільйонів вольт. Таких високих напруг не може витримувати ізоляція на будь-який номінальну напругу. Тому атмосферні перенапруги обмежують до прийнятних значень за допомогою спеціальних пристроїв (розрядників, обмежувачів перенапруг).

Рівень ізоляції вибирають виходячи з розрахункових кратності внутрішніх перенапруг. Основною характеристикою ізоляції є витримується напруга під дощем $U_{\text{мр}}$ (мокроразрядное), значення якого для контактної мережі змінного і постійного струму

$$U_{\text{мр}} = \frac{k_{\text{вн}} U_{\text{max}}}{0,9\beta}$$

де $k_{\text{вн}}$ - розрахункова кратність внутрішніх перенапруг;

- - максимальна робоча напруга в контактній мережі, кВ.

Коефіцієнт $0,9$ у формулі враховує різницю між напругою в експлуатації і розрядних напругою, отриманим при випробуваннях, а поправочний коефіцієнт

β - умови експлуатації ізолятора; його приймають $0,94$.

В контактній мережі змінного струму розрахункова кратність внутрішніх перенапруг може бути прийнята 3 . Тоді витримується напруга ізоляції під дощем повинно бути не менше

$$U_{\text{мр}} = \frac{3 \cdot 29}{0,9 \cdot 0,94} \approx 100 \text{ кВ.}$$

Рівень ізоляції в анкеруваннях проводів контактної мережі має бути на $25-30\%$ вище за рівень ізоляції для інших вузлів і складати $125-130$ кВ.

Розрахункова кратність внутрішніх перенапруг в контактній мережі постійного струму також не перевищує трьох і витримується напруга ізоляції під дощем повинно бути не менше

$$U'_{\text{мр}} = \frac{3 \cdot 4}{0,9 \cdot 0,94} \approx 15 \text{ кВ.}$$

Пробивна напруга рогових розрядників на ділянках постійного струму беруть $32-34$ кВ, тобто на $15-20\%$ нижче розрядної напруги захищається ізоляції. З огляду на це ізоляція контактної мережі постійного струму повинна витримувати напругу під дощем не менше $34 \cdot 1,2 = 40$ кВ, а анкерная ізоляція, як і при змінному струмі, на $25-30\%$ вище, тобто не менше 50 кВ.

Витримуються напруги гірлянд ізоляторів під дощем ($U_{\text{мг}}$) прямо пропорційні числу ізоляторів n в гірлянді:

$$U_{\text{мг}} = E_{\text{м}} n H,$$

де $E_{\text{м}}$ - середнє значення мокроразрядного градієнта *, кВ / мм (для фар-фонових ізоляторів $E_{\text{м}} = 0,21$, для скляних $E_{\text{м}} = 0,26$); H - конструктивна висота одного ізолятора, мм.

Градієнт - міра зростання або зменшення в просторі якоїсь фізичної величини при переміщенні на одиницю довжини.

Для гірлянди, що складається з одного ізолятора ПФ6-В ($H = 140$ мм) і одного ізолятора ПТФ70 ($H = 183$ мм), витримується напруга під дощем складе $0,21 (140 + 183) = 68$ кВ. Таким чином, рівень ізоляції на ділянках постійного струму по витримують випробувальну напругу під дощем приблизно дорівнює 70 кВ.

Для гірлянди, що складається з двох ізоляторів ПФ6-В і одного ПТФ70, мокроразрядное напруга

$$U_{\text{мг}} = 0,21 (2 \cdot 140 + 1 \cdot 183) = 97 \text{ кВ.}$$

Така підвісна гірлянда забезпечує необхідний рівень ізоляції по витримувати напругу під дощем (100 кВ) на ділянках змінного струму.

Підвісна гірлянда ізоляторів в разі їх забруднення і зволоження забезпечить необхідну ізоляцію, якщо сумарна довжина шляху витоку всіх ізоляторів не менше 754 мм в місцях з невеликим забрудненням і 1160 в місцях підвищеного забруднення атмосфери.

Сумарна довжина шляху витоку у підвісний гірлянди з двох ізоляторів ПФ6-А і ізоляторів ПТФ50

$$L_{\text{уг}} = 2 \cdot 285 + 1 \cdot 324 = 894 \text{ мм.}$$

Отже, така гірлянда забезпечить необхідну ізоляцію в місцях невеликого забруднення, так як в місцях підвищеного забруднення сумарна довжина шляху витоку повинна бути не менше 1160 мм. Тому в місцях з підвищеним забрудненням встановлюють і забрудненню ізолятори, наприклад ПФГ-5А або ПФГ-6А, або збільшують кількість в гірлянді інших ізоляторів. Так, підвісна гірлянда з трьох ізоляторів ПФГ-5А має $L_{\text{уг}} = 3 \cdot 450 = 1350$ мм, з трьох ізоляторів ПФ6-В і ізолятора ВТФ-50 $L_{\text{уг}} = 3 \cdot 355 + 324 =$ одна тисяча триста вісімдесят дев'ять мм; з трьох ізоляторів ПСД70-Е $L_{\text{уг}} = 3 \cdot 411 = 1233$ мм.

Прийнятий рівень ізоляції повинен відповідно до впливають на ізоляцію напругою, захисними заходами і доцільними запасами забезпечувати необхідну надійність. Таке узгодження називається координацією ізоляції.

Лекція №4 Контактна підвіска у штучних спорудах

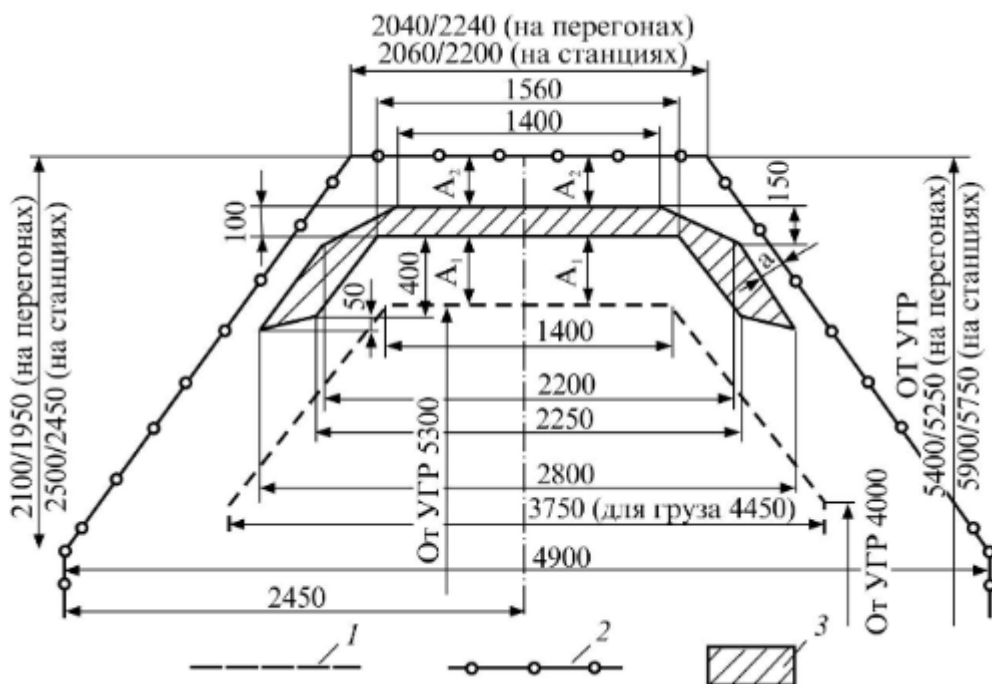
Штучні споруди (мости, шляхопроводи, тунелі та інші споруди), що зустрічаються на перегонах і станціях, де проводиться електрифікація лінії, часто не дозволяють змонтувати типову ланцюгова підвіска. Спосіб проходу контактної підвіски в штучних спорудах вибирають в залежності від напруги в контактній мережі, висоти штучного споруди над рівнем верху головок рейок, довжини його вздовж електрифікованих колій, швидкості руху поїздів.

Розміщення контактної підвіски в штучних спорудах при обмежених габаритах пов'язане з рішенням двох основних завдань:

- забезпечення необхідних повітряних зазорів між контактної підвіскою і заземленими частинами штучних споруд;
- вибір матеріалу, конструкції і способу закріплення підтримують пристроїв.

Площа перетину підвіски в межах штучної споруди повинна бути дорівнює площі перетину контактної підвіски на прилеглих ділянках, для чого в необхідних випадках монтують обводи, що заповнюють площу перетину несучого тросу або підсилюють проводів. У спорудах із стисненими габаритами підвішують, як правило, два контактних проводи; жорстке кріплення їх не допускається.

У межах штучних споруд відстані від частин струмоприймача і контактної мережі, що перебувають під напругою, до заземлених частин споруд і рухомого складу повинні відповідати відстаням, наведеним на рис. 3.38 і в табл. 3.4.



Мал. 3.38. Відстань між спорудами, пристроями контактної мережі, струмоприймачем і рухомим складом: 1 - габарит рухомого складу; 2 - габарит штучних споруд; 3 - положення струмоприймача з урахуванням його зміщення;

в чисельнику для контактної підвіски з несучим тросом, в знаменнику - без нього

Таблиця 3.4

Допустимые расстояния между проводами контактной сети и токоприемником в искусственном сооружении

Номинальное напряжение в контактной сети относительно земли, кВ	А ₁ — величина вертикального воздушного зазора между габаритом подвижного состава и наинизшим положением контактного провода, мм			А ₂ — величина вертикального воздушного зазора между токонесущими частями контактной подвески и заземленными частями искусственных сооружений, мм		а — величина бокового воздушного зазора между деталями токоприемника, находящегося под напряжением, и заземленными частями искусственных сооружений, мм	
	Номинальная		Минимальная допустимая для перегонов и путей на станциях, на которых не предусматривается стоянка подвижного состава	Номинальная	Минимальная допустимая	Номинальная	Минимальная допустимая
	ДЛЯ перегонов и путей на станциях, на которых не предусматривается стоянка подвижного состава	для остальных путей на станциях					
3	450	950	250	200	150	200	150
25	450	950	375	350	300	250	200

Примітки: 1. У всіх випадках, коли це не пов'язано з великими економічно недоцільними витратами або тривалими перервами руху, перебудову існуючих споруд під електричну тягу повинно проводитися з дотриманням норм для напруги в контактній дроті, максимально можливого на розглянутій лінії в перспективі.

2. Мінімальні допустимі величини А₁, А₂ і а можуть застосовуватися з дозволу АТ УЗ тільки у виняткових випадках на існуючих штучних спорудах.

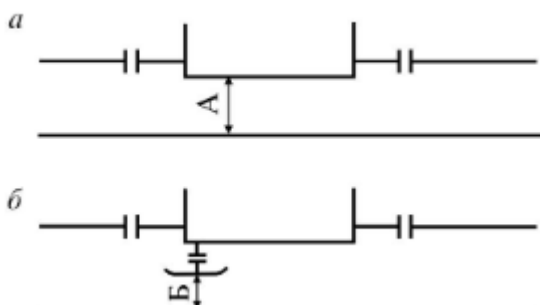


Рис. 3.39. Розташування контактних проводів в штучних спорудах: а - без відбійника; б - з відбійником; відстань від контактного проводу до штучної споруди - А, до ізольованого відбійника – Б

Відстань від контактного проводу до розташованих над ним заземлених частин штучних споруд і підтримують пристроїв (мостів, шляхопроводів, тунелів, сигнальних містків) має бути при двох контактних проводах не менше 500 мм, при одному - не менше 650 мм. Розташування контактних проводів в штучних спорудах і умови установки ізольованих відбійників наведені на рис. 3.39 і в табл. 3.5.

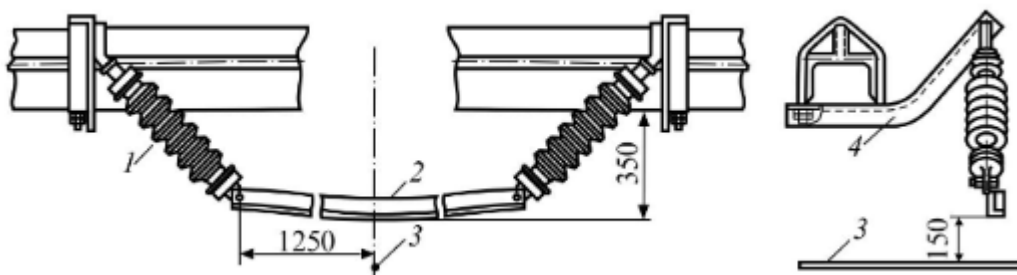
Таблиця 3.5

Допустимые расстояния А от контактного провода до искусственного сооружения и Б до отбойника

Наличие изолированного отбойника на искусственном сооружении	При двух контактных проводах, мм	При одном контактном проводе, мм
Не имеется Имеется	Более 500 70—500	Более 650 100—650

Ізольовані відбійники (рис. 3.40) або обмежувачі підйому контактних проводів виключають можливість наближення контактних проводів і струмоприймача до розташованих над ними заземлених частинам. Відбійники повинні мати форму, яка виключає удар по ним полоза струмоприймача при поджатия контактного проводу.

Мінімально допустимі відстані від контактного проводу до ізольованого відбійника (без урахування віджимання контактного проводу струмоприймачем) наступні:



Мал. 3.40. Відбійник для контактного проводу: 1 - ізолятор; 2 - відбійник; 3 - контактний провід; 4 - кріпильний кронштейн

не менше 150 мм для одного і 100 мм для двох робочих контактних проводів при швидкості руху ЕРС від 121 до 200 км / год;
не менше 100 мм для одного і 70 мм для двох робочих контактних проводів при швидкості руху поїздів від 51 до 120 км / год;

не менше 50 мм - на станціях, депоівських та інших другорядних шляхах, де швидкості руху не перевищують 50 км / год.

Мінімальний повітряний зазор від порцеляни ізолятора, що знаходиться з боку напруги (або першого від напруги ребра стрижневого ізолятора), до заземлюючих опорних пристроїв і штучних споруд повинен бути не менше 150 мм при постійному струмі і не менше 300 мм при змінному струмі. Від порцеляни ізолятора, що знаходиться з боку заземлених частин (або першого від заземлених частин ребра стрижневого ізолятора), ця відстань повинна бути не менше 100 мм незалежно від системи струму і напруги.

Ізолятори, що підтримують контактну підвіску в межах штучної споруди і знаходяться в анкеруванням на ці споруди, слід встановлювати в таких місцях, де виключається можливість протікання і попадання на ізолятори забруднених стоків при дощі і танення снігу. В тунелях, мають текти води, для запобігання перекриття ізоляторів встановлюють захисні екрани (парасольки) з полімерних або інших матеріалів (за місцевими умовами).

У тих випадках, коли при номінальній напрузі в контактній мережі не можна за умовами необхідних габаритних відстаней для цієї напруги розмістити без реконструкції штучної споруди контактну підвіску, в межах штучної споруди монтують неізольовану контактну підвіску з улаштуванням з обох її сторін нейтральних вставок із застосуванням секційних ізоляторів (до перебудови споруди). Потяги в цьому випадку проходять штучна споруда з вимкненим струмом по інерції або з опущеним струмоприймачем. Можливість такого проходу поїздами штучних споруд перевіряють відповідним розрахунком.

Конструкція кріплення підтримуючих і фіксуючих пристроїв контактної мережі на залізничних мостах і шляхопроводах повинна протистояти впливу вібрації, що виникає при проході рухомого складу.

У межах штучних споруд, схильних до вібрації, не допускається застосування стрижневих порцелянових ізоляторів. У цих випадках слід застосовувати полімерні ізолятори, а кріплення контактної підвіски виконувати безболтові арматурою.

Вузли кріплення контактної підвіски в штучних спорудах повинні забезпечувати вільне переміщення компенсованих проводів при зміні температури. Підтримують струни при підході до штучних споруд і в його межах при обмежених габаритах повинні бути ковзаючі. Відстань між які перебувають під напругою несучої тросом і контактним проводом в середині прольоту повинно бути не менше 150 мм.

Заземлення вставки несучих тросів під штучними спорудами повинні бути виконані з сталевих прокату з кріпленням безболтові арматурою і прокладені відкрито.

Безпосередньо на підходах до штучної споруди і в його межах при швидкості руху поїздів 161-200 км / ч для вирівнювання еластичності контактної підвіски уздовж прольоту:

- встановлюють у опорного вузла прості струни при довжині прольоту до 18 м або укорочені ресорні струни довжиною 12 м при довжині прольоту від 25 до 40 м;
- переходять від простих струн до укороченою ресорної струні на суміжних опорах в прольоті довжиною від 18 до 25 м;
- переходять від опорного вузла з укороченою ресорної струною до типового опорного вузла в найближчому до штучної споруди прольоті довжиною понад 40 м.

На підходах до штучної споруди повинен бути виконаний ухил контактного проводу зі зниженням висоти від УГР, а за штучною спорудою - ухил з підвищенням висоти від УГР.

Під сигнальними і пішохідними шляхопроводами, що мають ширину вздовж шляху 10-15 м і досить велику висоту, контактну підвіску пропускають вільно, не підвішуючи її до цих споруд. При цьому опори контактної мережі розташовують так, щоб споруда виявилася приблизно в середині прольоту, тобто в тій його частині, де несучий трос має найбільший прогин. Для запобігання можливості підтискання до містка підвіски в разі, наприклад, підвищеного натискання струмоприймача встановлюють відбійники несучого тросу.

На мостах з їздою поверху прохід контактної підвіски не вимагає яких-небудь спеціальних пристроїв, крім закріплення на них опор. На мостах з їздою по низу контактну підвіску монтують короткими прольотами довжиною 10-25 м, застосовуючи спеціальні підтримуючі конструкції, що укріплюються на фермах і поперечних зв'язках моста.

На мостах, мають прогонові будови середньої довжини з низькими фермами, несучий трос пропускають над прогонових будов і закріплюють на спеціальних кронштейнах. Контактний провід підвішують до несучого тросу на струнах, розміщених в проміжках між верхніми вітровими зв'язками моста (рис. 3.41). При необхідності над контактним проводом влаштовують відбійники.

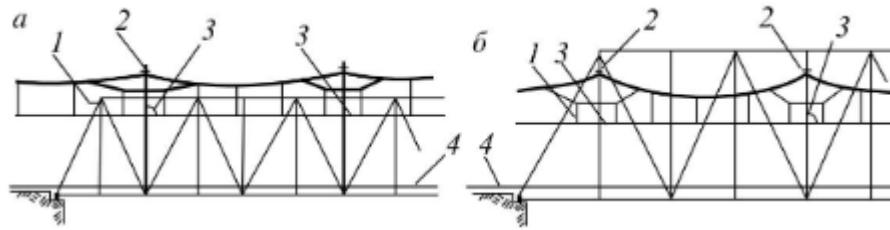
У тому випадку, якщо мости складаються з високих ферм, несучий трос проходить під поперечними зв'язками такого моста і кріпиться на них за допомогою ланок з круглої сталі або поперечних тросів, натягнутих між елементами бічних ферм (між додатковими кронштейнами).

При компенсованих підвісках для кріплення несучого тросу застосовують ролики, що забезпечують його позовжні переміщення.

На мостах, у тунелях, як правило, застосовують напівкомпенсована ланцюгова підвіска з двома контактними проводами (ромбовидну). Відстань між точками

підвісу несучого тросу приймають 10-30 м. Відстань між контактним проводом і несучим тросом 0,25-0,5 м.

У спорудах із стисненими габаритами застосовують контактну підвіску просторово-ромбіческую або без несучого тросу з двома контактними проводами. У практиці є приклади застосування мідної шини замість контактних проводів.



Мал. 3.41. Схема проходів контактної підвіски на мостах з їздою по низу: а і б - несучий трос зверху і всередині моста; 1 - відбійник; 2 - спеціальний кронштейн; 3 - фіксатор; 4 - рівень головки рейки

Лекція № 5 Загальні відомості про ґрунти

Ґрунти поділяють на скельні і нескельні. До скельних ґрунтів відносять виверження вулканів і осадові породи з жорсткими зв'язками між зернами (спаяні і зцементовані), залягають у вигляді суцільного або трещиноватого масиву. До нескельних ґрунтів відносять:

великоуламкові - незцементовані ґрунти, що містять більше 50% за масою уламків кристалічних або осадових порід з розмірами частинок більше 2 мм;

піщані - сипучі в сухому стані ґрунти, що містять менше 50% по масі частинок більше 2 мм і не володіють властивістю пластичності (ґрунт не розкочувати в шнур діаметром 3 мм або число пластичності його $I_p < 0,01$);

глинисті - зв'язні ґрунти, для яких число пластичності $I_p > 0,01$.

Числом пластичності ґрунту I_p називають різницю вологостей, виражених в частках одиниці, що відповідають двом станам ґрунту: на кордоні плинності W_L і на межі розкочування (пластичності) W_p

Глинисті і піщані ґрунти умовно називають «звичайними». До особливих видів ґрунтів відносяться:

лесовидні ґрунти - пилюваті суглинки, що містять більшу кількість пилюватих частинок, вапно; мають пористість 40% і більше, щільність 1,2-1,6 т / м³;

торф - органічний ґрунт, що складається з розклалися рослин; торф зустрічається як в чистому вигляді, так і разом з мулом; при утриманні в ґрунті

рослинних залишків 10-60% і більше 60% відповідно розрізняють: ґрунт з домішкою рослинних залишків, заторфований ґрунт і торф;

пливуни - ґрунти у вигляді водонасиченому маси, що складається з частинок розміром 0,02-0,002 мм; висихаючи, пливуні стають твердими, а при появі вологи повертаються до свого попереднього стану.

Ґрунти всіх видів відносяться до мерзлих, якщо мають негативну температуру і містять у своєму складі лід. Ґрунти називають вічній, якщо вони знаходяться в мерзлому стані протягом багатьох років (від трьох і більше).

Лекція №6 Розрахунок та підбір опор контактної мережі

Розрахунок опор контактної мережі включає в себе два етапи:

- розробка типової конструкції опор, визначення їх геометричних параметрів, несучої здатності і умов застосування;
- підбір необхідних для електрифікованих ділянок типових опор, виходячи з передбачуваних умов експлуатації (навантаження, умови забезпечення стійкості в ґрунті, кліматичні та інші умови).

Перший етап вирішується на рівні науково-дослідних і передпроектних робіт, другий - при проектуванні, де проводиться електрифікація лінії.

Розрахунок конструкцій опор контактної мережі відповідно до чинних нормативних документів повинен здійснюватися за методом граничного стану, тобто стану, при якому конструкція перестає задовольняти експлуатаційним вимогам і руйнується або виходить з ладу. Залізобетонні опори повинні розраховуватися за двома групами граничного стану:

- за несучою здатністю (міцності або стійкості);
- за деформаціями (жорсткості), утворення поперечних тріщин і граничного їх розкриття.

Завдання розрахунку зводиться до забезпечення гарантій для даної конструкції по виключенню того чи іншого її граничного стану в період експлуатації. При цьому розрахунок (за граничними станами першої групи за несучою здатністю) є основним і проводиться для всіх залізобетонних опор, а за граничними станами другої групи (за деформаціями) - виконуються лише через необхідність забезпечення необхідного прогину конструкцій на рівні підвіски контактної мережі.

Розрахунок за цим же граничним станом на тріщиностійкість опор виконується з метою запобігання утворенню поперечних тріщин в опорах, виключення можливості виникнення корозії арматури (особливо високоміцної) в тріщинах, забезпечення високої жорсткості (деформативності) опор.

При розрахунку конструкцій за граничними станами вводяться поняття нормативної і розрахункової навантаження, нормативного та розрахункового опору бетону та арматури, коефіцієнтів умов роботи.

Під нормативним навантаженням розуміється таке навантаження, яка відповідає умовам нормативної експлуатації і називається також експлуатаційної. Вона визначається на підставі досвіду експлуатації, розрахунків, метеорологічних спостережень і т.д. Однак нормативне навантаження в силу ряду обставин може бути перевищена. Можливе перевищення нормативного навантаження, її мінливість при розрахунках враховується коефіцієнтами перевантаження «і». Ці коефіцієнти встановлюються диференційовано для кожного роду навантажень. Наприклад, для власної ваги бетону коефіцієнт перевантаження встановлений в розмірі 1,1; для снігового навантаження - 1,4; для ожеледних навантажень - 2,0.

При множенні нормативного навантаження на коефіцієнт перевантаження виходить розрахункове навантаження. Перевищення розрахункових навантажень при експлуатації неприпустимо.

Розрахунок опорних конструкцій за граничним станом першої групи проводиться на розрахункові навантаження, за граничними станами другої групи (деформації і тріщиностійкості) - на нормативні.

Механічні властивості матеріалів залізобетонних опор характеризуються двома величинами: нормативними і розрахунковими опорами бетону та арматури.

За нормативний опір бетону і стали приймається та величина опору, яка перевіряється контрольними випробуваннями. Розрахункові опори бетону та арматури для граничних станів першої і другої групи визначаються шляхом ділення нормативних опорів на коефіцієнт надійності, який враховує мінливість властивостей матеріалів. В окремих випадках для врахування особливостей властивостей бетону, тривалості дії навантажень, умов і стадій роботи конструкцій, розміру перетину і т.п. розрахунковий опір матеріалів множиться на коефіцієнти умов роботи.

У загальному вигляді формула для розрахунку несучої здатності згинальних опор:

$$M = \Phi (m, R_{\sigma}, R_a, S),$$

де М- вигинає момент;

Φ - функція;

т - вводяться в розрахунок коефіцієнти;

R_{σ} и R_a - розрахункові опори бетону та арматури;

S - геометричні характеристики перерізу.

Металеві опори контактної мережі розраховуються так само, як і залізобетонні, за двома граничними станами: за несучою здатністю і по деформативності.

При розрахунку за несучою здатністю враховуються розрахункові навантаження і розрахункові опори сталі. Останні визначаються шляхом ділення нормативних опорів стали на коефіцієнти надійності.

Розрахунок деформативності опор здійснюється на нормативні навантаження. При цьому розрахунок повинен вестися з умов пружної роботи конструкції. Формула для розрахунку міцності:

$$\frac{M}{W_{n \min}} = R_y Y_e$$

де M - розрахунковий згинальний момент;

$W_{n \min}$ - момент опору перерізу;

R_y - розрахунковий опір сталі вигину за межею текучості;

Y_e - коефіцієнт умов роботи.

Зміна пружного прогину консольних опор на рівні контактного проводу (без урахування повороту фундаменту) не повинно перевищувати 65 мм, а пружного прогину вершини опор гнучких поперечин має бути не більше 1/50 їх висоти.

Вибір опор з наявних типових виконують по міцності і по геометричних розмірах (висоті і розмірам в плані), стосовно до конкретних умов. Оскільки в маркуванні типових опор контактної мережі вказані нормативні згинальні моменти M_n , то опори підбирають за діючими на опори вигинаючим моментам M_Φ від нормативних навантажень, підрахованих для заданих умови установки опор, для чого складають розрахункові схеми, на яких показують навантаження, що діють на опори при відповідних режимах, і всі необхідні для проведення розрахунків розміри.

Тип стійки консольної залізобетонної опори підбирають порівнянням діючих на неї перпендикулярно осі колії нормативних згинальних моментів за графіками (див. Рис. 8.3.). Діючі моменти M_Φ в розрахункових перетинах опори на рівні УОФ і на рівні кріплення п'яти консолі не повинні перевищувати нормативні моменти M_n , тобто повинна виконуватись умова $M_\Phi \leq M_n$.

Розрахунковим режимом при підборі консольних і фіксують опор може бути:

- вітер найбільшої інтенсивності, діючий на дроти, вільні від ожеледиці або паморозі;
- найбільша вертикальне навантаження з урахуванням ваги ожеледі або паморозі при одночасному впливі вітру на дроти, вкриті ожеледдю або памороззю;
- мінімальна температура при відсутності ожеледі і вітру.

Нормативні навантаження для заданих умов від ваги проводів, ожеледиці на них і впливу вітру на дроти і навантаження на опору від зміни напрямку проводів знаходять за формулами, наведеними в розділі 7 і додатку 8. Оскільки напрямок вітру може бути будь-яким, то при підборі опор його приймають таким, при якому згинальні моменти від вітрових навантажень на дроти і опору в розрахункових перетинах виходять найбільшими. Рівномірно розподілені навантаження від ваги консолі і кронштейна зазвичай заміняють зосередженими навантаженнями, прикладеними відповідно в середині горизонтальної проекції консолі або кронштейна.

Навантаження від тиску вітру на опори СКЦ і СКЦ0 вважають прикладеної в точці, що знаходиться на відстані Б висоти опори від УОФ:
 $h_{\text{оп}} = 0,5 \cdot 9,6 = 4,8 \text{ м}$, і знаходять за формулою

$$P_{\text{оп}} = c_x \frac{v^2}{16} S_{\text{оп}},$$

де c_x - аеродинамічний коефіцієнт лобового опору;

v - розрахункова швидкість вітру, м / с;

$S_{\text{оп}}$ - площа діаметрального перерізу опори, м², для опор СКЦ,
 СКЦ₀ $S_{\text{оп}} = (0,29 + 0,43) \cdot 9,6 : 2 = 3,46 \text{ м}^2$.

Згинальний момент в підставі залізобетонної опори (на рівні Уоф) від тиску вітру на опору.

Підставляючи відповідні значення входять до неї величин, отримують

$$M_{\text{оп}} = 0,577 \cdot 10^{-3} v^2.$$

Розрахунковим режимом для підбору опор гнучких поперечин, як правило, є режим ожеледі з вітром, при якому поперечний несучий трос має найбільший натяг. Розрахунковим перерізом завжди є підстава опори. Опори гнучких поперечок підбирають по изгибающим моментів щодо заснування опори від горизонтальних складових натяжений поперечного несучого тросу $H_{\text{п}}$, верхнього $H_{\text{ф}}$ і нижнього фіксують тросів і навантаження від тиску вітру на опору $P_{\text{оп}}$ по формулі

$$M_0 = H_{\text{п}} h_{\text{п}} + H_{\text{ф в}} h_{\text{ф в}} + H_{\text{ф н}} h_{\text{ф н}} + P_{\text{оп}} h_{\text{оп}}$$

При підборі опор гнучких поперечин вважають, що навантаження від поперечного несучого тросу прикладена на вершині опори $\bar{h}_{\text{п}} = 15 \text{ м}$ або $\bar{h}_{\text{п}} = 20 \text{ м}$ (для опор відповідно висотою 15 і 20 м); від верхнього фіксуючого троса - в точці на висоті $h_{\text{ф в}} = 9,9 \text{ м}$; від нижнього фіксуючого троса - на висоті $h_{\text{ф н}} = 7,4 \text{ м}$ або $h_{\text{ф н}} = 7,5 \text{ м}$ (для опор висотою 20 м); від тиску вітру на опору - на

висоті $S h_{\text{оп}}$, тобто $h_{\text{оп}} = 0,5 \cdot 15 = 7,5$ м або $h_{\text{оп}} = 0,5 \cdot 20 = 10$ м (для опор висотою 20 м).

Навантаження від тиску вітру на решітчасту опору гнучкою поперечини визначають з урахуванням коефіцієнта $c_x = 1,4$ и $S_{\text{оп}} = \varphi_{\text{оп}} S$, де S - площа поверхні боку опори, визначена за її зовнішньому габариту, м²;

$\varphi_{\text{оп}} = 0,5 \div 0,6$ - коефіцієнт, що враховує заповнення стійками і розкосами площі поверхні боку опори, на яку впливає вітрове навантаження.

Металеві опори контактної мережі також підбирають по нормативним изгибающим моментам. Щоб врахувати в узагальненому вигляді мінливість навантажень в різних кліматичних районах і їх поєднання нормативні згинальні моменти, отримані в результаті розрахунків, множать на коефіцієнт до, тобто має виконуватися умова $M_{\text{фк}}^{\text{н}} \leq M^{\text{н}}$. Значення коефіцієнта до, прийняті при підборі опор гнучких поперечин, наведені в табл. 8.6.

Таблиця 8.6

Значение коэффициента к при подборе опор гибких поперечин

Направление нагрузок	Коэффициент при расчетных режимах				
	Гололед 5—10 мм светром	Гололед 15 мм светром	Гололед 20 мм с ветром	Максимальный ветер	Минимальная температура
В плоскости действия нагрузок: от поперечины от анкеровки	0,85 0,84	0,93 0,84	0,95 0,84	0,85 0,84	0,85 0,84

Наприклад, на опору гнучкою поперечки висотою 20 м в районі з ожеледицею 10 мм діють в режимі ожеледі з вітром нормативний згинальний момент $M_{\text{ф}}^{\text{н}} = 712$ кН·м. Помноживши цей момент на коефіцієнт $k=0,85$, отримаємо $M_{\text{ф}}^{\text{н}} = 712 \cdot 0,85 = 605$ кН·м. Отже, може бути обрана опора гнучкою поперечки, оскільки $605 < 650$ кН * м.

Лекція №6 Відсмоктуючі трансформатори та відсмоктувальні лінії

На лініях змінного струму застосовують дроти зворотного струму або екранують, що підключаються паралельно рейках. Їх підвішують на опорах контактної мережі і приєднують до рейок при підключенні відсмоктуючих трансформаторів — між ними, а без трансформаторів — через два на третій блок-ділянка. При цих схемах тяговий струм, переходячи з РЛ, в основному протікає в цих проводах.

Відсмоктувальні лінії у тягових підстанціях приєднують безпосередньо до тягових рейкових ниток і в цьому місці влаштовують міжколійне електричне з'єднання. На ділянках з двонитковим РЛ відсмоктуючі лінії приєднують до середніх точок дросель - трансформаторів, встановлених у найближчого до тягової підстанції ізолюючого стику. У цих місцях також влаштовують

міжколійне електричне з'єднання. Відсмоктуючі лінії змінного струму виконують двома паралельними ланцюгами, використовуючи рейки під'їзного шляху, сполучені з контуром заземлення підстанції, і перемичку між заземленою фазою трансформаторів і рейками станційних колій.

Відсмоктуючі позбав постійного і змінного струму виконують повітряними або кабельними, при цьому вони повинні мати ізоляцію від землі не менше ніж на 1000 У. Повітряні відсмоктуючі лінії розміщують на тих же опорах, що й живлячі (нижче їх).

Тяговий струм, повертаючись на тягову підстанцію по рейках, при недостатній ізоляції рейок від землі розтікається по землі. Такий струм називають блукаючим. Блукаючі струми, відгалужуючись в землю, проходять також по підземних металевих спорудах (водопроводів і т. п.). Перехід струму з підземної металевої споруди в землю викликає електрокорозію металу, яка може бути дуже інтенсивною. Внаслідок електрокорозії виходять з ладу сталеві трубопроводи, кабелі, підземні частини опор контактної мережі (без проведення спеціальних заходів щодо захисту). Небезпека електрокорозії сталевих арматур залізобетону посилюється тією обставиною, що обсяг продуктів корозії в два з гаком рази більше об'єму металу, що піддався електрокорозії. Це створює внутрішнє перенапруження в бетоні, що викликає його розтріскування, що призводить до ще більш інтенсивної корозії — атмосферної і ґрунтової. На електрифікованих дорогах змінного струму електрокорозія проявляється в значно меншій мірі через періодичної зміни напрямку струму (100 раз в 1 с при частоті 50 Гц).

Для обмеження витоку тягових струмів в землю і тим самим зниження шкідливого впливу блукаючих струмів на підземні споруди вживають заходів щодо збільшення перехідного опору між рейками і землею і зменшення опору РЛ.

Ізоляції рейок від землі сприяють: щебеневий баласт, просвіт між подошвою рейки і поверхнею баласту розміром не менше 30 мм, залізобетонні або дерев'яні (просочені анти-септиками) шпали. Всі приєднані до рейок заземлюючі дроти і з'єднувачі ізолюють від землі, металевих і залізобетонних споруд. Неелектрифіковані шляхи відокремлюють від електрифікованих не одним, а двома ізолюючими стиками, встановленими в кожен рейкову нитку так, щоб виключалася можливість замикання рухомим складом. У місцях примикання до електрифікованих шляхів тупиків, які не використовуються для проходження тягових струмів, встановлюють по одному ізолюючому стику в кожній рейковій нитці.

На лініях постійного струму при проходженні поїздів між рейками і землею створюється різниця потенціалів (рис. 9.3). Зона потенціалів поділяються на катодну 1, де рейок по відношенню до землі має негативний потенціал (що характерно для місць близько тягових підстанцій, так як струм з

землі стікає до рейки); анодний 2, де рейок має позитивний потенціал (характерну для середини фідерної зони, так як тут струм від рейки стікає в землю) і знакопеременну 3, де потенціал рейки може змінюватися. При рекуперативному гальмуванні на спусках, коли електроенергія від двигунів надходить в контактну мережу, в залежності від значення струму рекуперації катодна зона може бути і в середині фідерної зони.

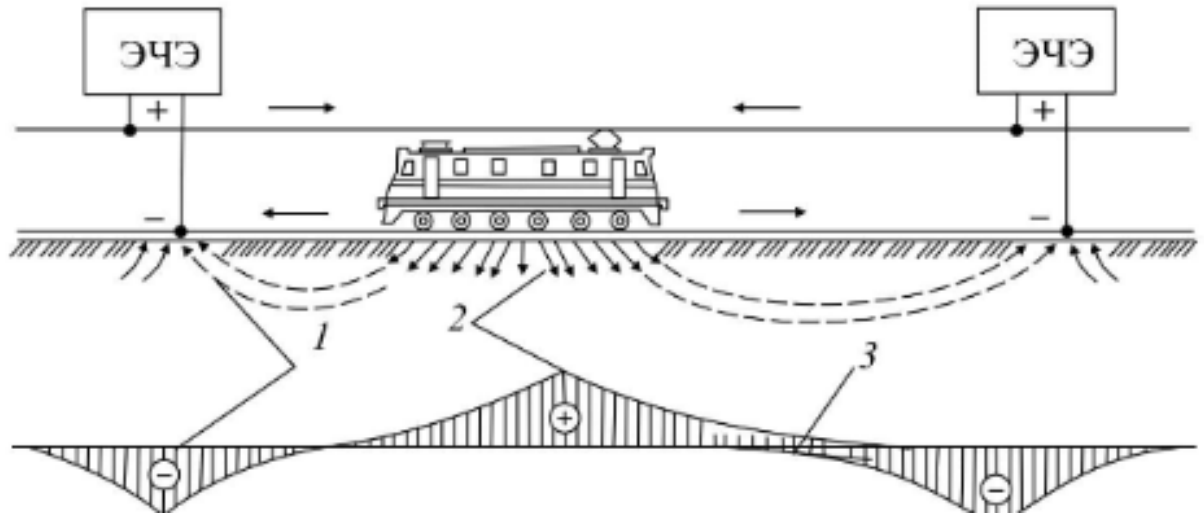


Рис. 9.3. Схема розташування катодних (1), анодних (2) і знакозмінних (3) зон на ділянках постійного струму

Лекція №10 Вибір вихідного режиму для розрахунків проводів

Критичний проліт. Максимальне натяг підвішений провід в процесі експлуатації може отримати в режимі мінімальної температури ($t_{\min}$) або в режимі найбільшою доданою навантаження ($q_{\max}$) при ожеледі і вітру або при максимальному вітрі. Виникає питання, який з цих режимів слід приймати в якості вихідного при розрахунку проводів і тросів.

Розрахунки показують, що співвідношення натягів проводів при різних температурах і додаткових навантаженнях в основному залежить від довжини прольоту. Розглянемо залежність натягу дроти від температури і від навантаження при малих і великих прольотах. Припустимо, що довжина прольоту прагне до нуля; прийнемо умовно її граничне значення $l = 0$, тоді рівняння стану дроти прийме вид $H_x = H_1 - \alpha ES (t_x - t_1)$; звідки видно, що при малих прольотах зміни натягу дроти визначаються в основному змінами температури і найбільший натяг матиме місце в режимі мінімальної температури.

Якщо обидві частини рівняння розділити на l^2 , те

$$\frac{q_x^2}{24H_x^2} - \frac{q^2}{24H_1^2} = \frac{H_x - H_1}{ESl^2} + \frac{\alpha(t_x - t_1)}{l^2}$$

При великих прольотах величини цього рівняння, що мають l^2 , в знаменнику, матимуть невелике значення, а при $l = \infty$ звернуться в нулі. У цьому випадку

$$\frac{q_x^2}{24H_x^2} = \frac{q_1^2}{24H_1^2}$$

вирішивши це рівняння щодо H_x і провівши спрощення, маємо

$$H_x = \frac{q_x}{q_1} H_1$$

звідки випливає, що при великих прольотах зміна натягу дроти залежить в основному від зміни навантаження і найбільший натяг буде в режимі найбільшого додаткового навантаження.

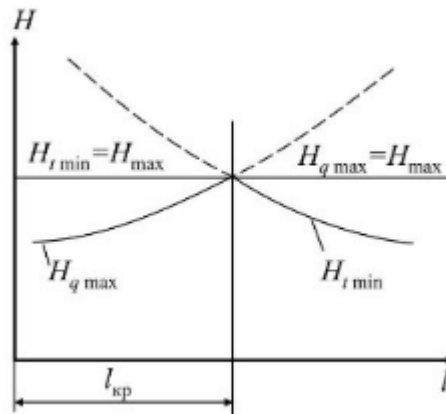


Рис. 10.1. Зміни натягу дроти і залежності від довжини прольоту

Очевидно, що між малими прольотами, в яких найбільше натяг дроту виникає при мінімальній температурі, й великими прольотами, в яких найбільше натяг виникає при найбільшій додатковій навантаженні (ожеледь, вітер), повинен знаходитися розмежовує проліт (рис. 14.4), в якому натяг проводу досягає максимального допустимого значення як при мінімальній температурі, так і при найбільшому навантаженні. Такий проліт називають критичним $l_{кр}$. Критичний проліт можна знайти з рівняння, якщо віднести в ньому величини з індексом А' до режиму найбільшою доданою навантаження, а величини з індексом 1 — до режиму мінімальної температури. Прийняти:

$q_x = q_{max}$ — сумарне максимальне навантаження на провід при ожеледі і вітрі або при максимальному вітрі;

$t_x = t_{max}$ — температура, при якій ведеться розрахунок проводу на додаткові навантаження;

$q_1 = q$ — навантаження від ваги дроти;

$t_1 = t_{min}$ — мінімальна розрахункова температура;

$\overline{H_x} = \overline{H_1} = H_{\max}$ — максимальний допустимий натяг дроту. Тоді при $l = l_{\text{кр}}$ отримаємо

$$\frac{q_{\max}^2 l_{\text{кр}}^2}{24 H_{\max}^2} - \frac{q^2 l_{\text{кр}}^2}{24 H_{\max}^2} = \alpha (t_{q \max} - t_{\min})$$

Вирішуючи це рівняння щодо $l_{\text{кр}}$, знайдемо

$$l_{\text{кр}} = H_{\max} \sqrt{\frac{24 \alpha (t_{q \max} - t_{\min})}{q_{\max}^2 - q^2}}.$$

Як видно з отриманої формули, значення критичного прольоту залежить від кліматичних умов $(t_{q \max}, t_{\min}, q_{\max})$, а також від фізичних властивостей і максимального допустимого натягу дроту $(\alpha, g, H_{\max})$.

Визначивши критичний проліт, порівнюють його з розрахунковим прольотом. Якщо розрахунковий проліт менше критичного, то вихідним розрахунковим режимом буде режим мінімальної температури, якщо більше критичного — режим найбільшою доданою навантаження.

Критична температура. У деяких випадках необхідно знати, в якому режимі стріла провисання матиме найбільше значення: при ожеледі або при максимальній температурі. При певній температурі стріла провисання проводу, що знаходиться під впливом ваги, досягне такого ж значення, як при наявності ожеледиці на дроті. Таку температуру називають критичною і позначають $t_{\text{кр}}$. Знаючи цю температуру і зіставляючи її з найвищою (розрахунковою) для даного району, можна вирішити, при якому режимі стріла провисання отримає максимальне значення:

$$t_{\text{кр}} = t_{\Gamma} + \frac{H_{\Gamma}}{\alpha E S} \left(1 - \frac{g}{g + g_{\Gamma}} \right),$$

де t_{Γ} — температура утворення ожеледиці на дроті;

H_{Γ} — натяг дроту при ожеледі;

g — навантаження від ваги дроти;

g_{Γ} — навантаження на провід від ожеледиці.

У формулу не входить довжина прольоту. Отже, для розглянутого дроти з заданими параметрами критична температура буде однаковою для прольотів різної довжини, в яких H_{Γ} має одне і те ж значення.

Якщо найвища температура в даному районі вище критичної, то максимальна стріла провисання буде при найвищій (максимальній) температурі; якщо найвища температура в даному районі нижче критичної, то максимальна стріла провисання буде при ожеледі (без вітру). В останньому випадку для визначення висоти проводу над землею або над спорудами можна обмежитися обчисленням стріл провисання при ожеледі.