

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ МЕХАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА МОСТА ЧЕРЕЗ РІЧКУ ЧОРТОМЛИК

Протопопова З.В., ДМ-61-20, ХНАДУ

Керівник: к.т.н., проф. каф. МКБМ – Бугаєвський С.О.

Найважливішим показником комплексної механізації будівництва є продуктивність машин і комплектів машин, тобто кількість продукції, виражене в певних одиницях виміру (вагових, об'ємних і ін.), яке машина або комплект можуть виробляти в одиницю часу (годину, зміну). Для механізованих робіт продуктивність машин є найбільш об'єктивним показником. Однак до сих пір застосування цього показника стримується тим, що продуктивність машини - складна величина, що залежить від цілого комплексу чинників.

Проектування системи механізації будівництва моста являє собою сукупний процес аналізу і синтезу.

У будь-якому аналізі, пов'язаному з підготовкою рішення при наявності невизначеностей, незалежно від його складності присутні наступні елементи: мета, альтернативи, витрати, модель, критерії [16].

При математичному описі складної системи неправомірно говорити про її моделі взагалі. Існує цілий ряд моделей, кожна з яких здатна дати відповідь на цілком певне коло конкретних питань, причому кожна модель має свою математичну структуру.

Моделі (опису) розрізняють в залежності від відтворюваних

ними сторін об'єкта: прагматичні, процесуальні, морфологічні (структурно-параметричні), функціональні, інформаційні [12]. Нас в першу чергу цікавлять опис структури системи механізації та методи визначення параметрів її функціонування.

Структурно-параметрична модель системи містить опис елементів, їх зв'язків і характеристик. У загальному випадку структура системи механізації може бути представлена мережею, у вузлах якої розміщуються провідні машини ПМ, пов'язані спрямованими потоками допоміжних машин ДМ (вантажопотоками).

У теорії систем прийнята методика абстрактно-алгебраїчного опису, згідно з якою система представляється у вигляді сукупності співвідношень, що визначаються на декартовому добутку множин. У теоретико-множинному сенсі система механізації може бути описана четвіркою:

$$M = \{CM, TKM, O_m, P_m\}, \quad (1)$$

де $CM = \{V, U, S_o\}$ - структура системи, в якій V - множина вузлів; U - множина потоків; $S_o: V \times U \rightarrow \{0, 1\}$ - оператор сполучення; $TKM = \{PM, DM, O_c\}$ - множина технологічних комплектів машин, що включає безлічі провідних CM , допоміжних DM машин і оператор відповідності $O_c: PM \times DM \rightarrow \{0, 1\}$; $O_m: V \times PM \rightarrow \{0, 1\}$ - оператор відображення множини провідних машин на вузли структури; P_m - множина параметрів системи механізації.

Наочним методом формального представлення мережевої структури системи є граф механізації (ГМ), який можна визначити

як трійку:

$$G = \{X, U, V\}, \quad (1)$$

в якій $X = \{x_i\}$, $i = \overline{1, n}$ - множина точок на площині, званих вузлами (вершинами); $U = \{u_j\}$, $j = \overline{1, m}$ - множина спрямованих відрізків, що з'єднують всі або деякі з вузлів і званих дугами (ребрами); $V: U \rightarrow X \times X$ - відображення, за допомогою якого задаються початок і кінець кожного ребра [68].

Можна виділити три основні види потоків в мережах СМО:

1) вантажопотоки, утворені допоміжними машинами ДМ;
 2) технологічні потоки, що відображають відповідні процеси зведення елементів споруди;

3) потоки типу «склад», що позначають передачу вантажу між спареними провідними машинами - різновид технологічних потоків.

У мережах СМО спрямованість дуг має значення, вони зображуються стрілками, а граф відповідно називається орієнтованим (орграфом). Правила побудови графів механізації наступні. Будь-який ГМ логічно відображає схему взаємодії одночасно працюючих технологічних комплектів машин. Вузли графа відповідають провідним машинам ПМ. Вузли позначаються і нумеруються як показано на рис. 1, а. Дуги графа, відповідні потокам транспортних засобів (ДМ ТКМ), позначають як показано на рис. 1, б. Стрілки дуг типу «потік транспорту» завжди спрямовані в бік переміщення вантажу. Вузли та дуги ГМ позначають арабськими цифрами, починаючи з «1», по ходу потоків, без пропусків, номери дуг ставлять в колах. Будь-яка дуга

графу обов'язково повинна мати вихідний і кінцевий вузли (дуга (8) на рис. 1, в).

Зв'язок двох провідних машин різних ТКМ через загальні комплектуючі машини на графі відображають також у вигляді схеми типу рис. 1, в. Такий фрагмент ГМ відповідає випадку, коли у вузлі 5 знаходиться бетонний завод, а у вузлі 6 - бетононасос, а вантажопотік (8) утворюють автобетоновози.

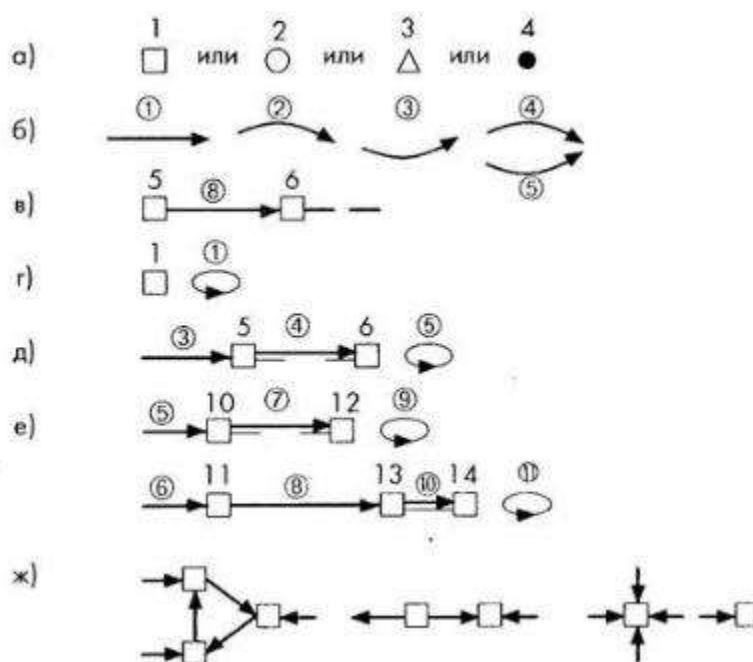


Рисунок 1 - Ілюстрації до правил побудови графів механізації

Кінцеві вузли графа, в яких містяться провідні машини, виконують технологічні процеси, завершують замкнутими дугами, які зображують потоки типу «технологічний процес» (рис. 1, г). Якщо провідна машина працює без допоміжних транспортних засобів, її робота відображається в ГМ схемою з єдиною машиною 1 і одним технологічним потоком (1).

Поширений випадок технологічно пов'язаних комплектів машин. Робота агрегату для занурення палів залежить від наявності їх на складі, куди кран розвантажує палі з транспортних засобів. У

цьому випадку між краном 5 і агрегатом 6 поміщається потік типу «склад» (4), параметри якого відповідають технологічному потоку (5) (рис. 1, д). Потік типу «склад» позначають стрілкою з пунктиром. Будь-який транспортно-технологічний ланцюжок в ГМ слід завершувати фрагментом виду рис. 1, д.

При паралельній незалежній роботі комплектів машин вузли, відповідні провідним машинам, не з'єднують дугами (рис. 1, е).

У загальному випадку ГМ може мати необмежену кількість вузлів та потоків (дуг). Але в рисунку гілок і графа в цілому не повинно бути замкнених циклів, утворених стрілками дуг, не має бути проміжних вузлів з потоками, що входять в них, або потоками, що виходять з них, а також потоків, що ідуть в невідомому напрямку (рис. 1, ж). У загальному випадку можна виділити десять основних типів потоків у мережах, показаних на рис. 2.

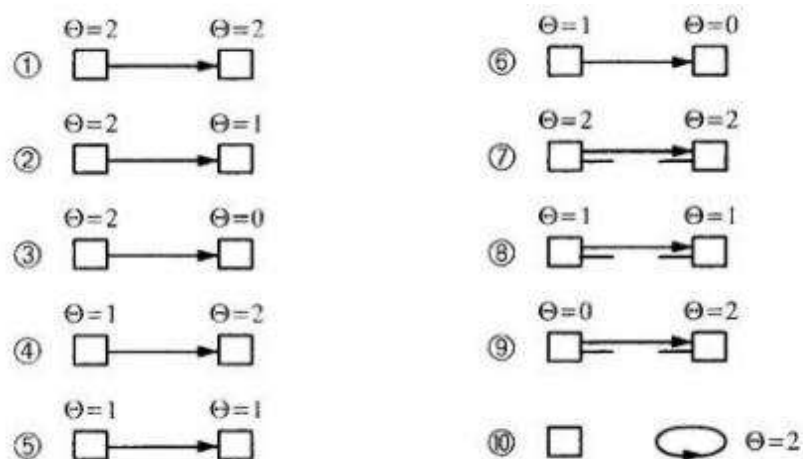


Рисунок 2 - Основні типи потоків у мережах масового обслуговування

Відображення V у формулі (1) зазвичай представляють алгебраїчно у вигляді матриці суміжності або матриці інцидентій

графа.

У вузлах мережі й окремих ланцюжків можливі різні поєднання типів пов'язаних потоків (рис. 3).

Елемент мережі на рис. 3, а являє собою початковий (термінальний) вузол, в якому завжди заявки проходять повне обслуговування.

У проміжних вузлах мережі (ланцюжки) потоки можуть сполучатися один з одним по-різному: з роздільним обслуговуванням обох суміжних потоків (рис. 3, б), з одночасним обслуговуванням суміжних потоків, тобто перевантаженням з одного транспорту на інший (рис. 3, в) або з саморазгрузом транспортних засобів попереднього потоку без обслуговування його каналом у вузлі (рис. 3, г).

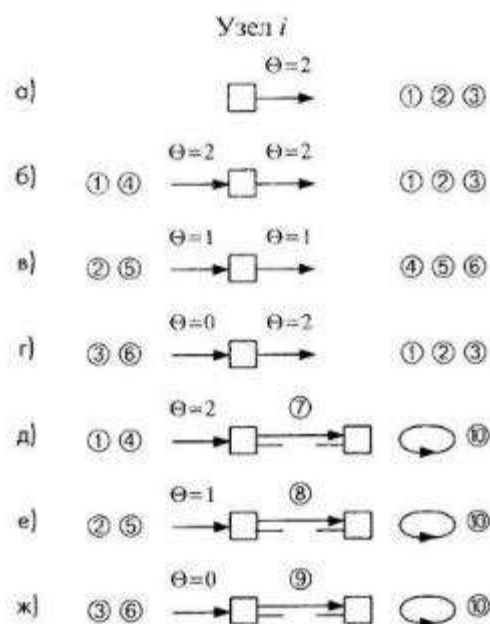


Рисунок 3 - Можливі поєднання потоків у вузлах мережі (в колах позначені типи потоків за рис. 2)

У кінцевих вузлах мережі, де виконуються технологічні

процеси, можливі наступні випадки:

- розвантаження краном вантажів на склад з незалежним виконанням технологічного процесу сполученою провідною машиною (рис. 3, д);
- виконання технологічного процесу провідною машиною з одночасною розвантаженням нею транспортних засобів (рис. 3, е);
- саморазгруз транспортних засобів попереднього потоку без обслуговування його провідною машиною, яка виконує технологічний процес (природно, при наявності одиниць вантажу на складі) - рис. 3, ж.

На прикладі моста через р. Чортомлик на км 206+925 автомобільної дороги загального користування державного значення Н-23 Кропивницький - Кривий Ріг –Запоріжжя ми покажемо системи механізації будівництва.

Необхідність в будівництві нового мосту викликана обвалом одного з прогонів існуючого мосту під час проїзду вантажівки 20.05.2020 року. Враховуючи незадовільний стан існуючого мосту, що згідно звіту обстеження 2017р. відноситься до експлуатаційного стану №4, як обмежено працездатний, було прийнято рішення в будівництві нового мосту. Новий міст будується на місці існуючого мосту через річку Чортомлик біля села Олексіївка Нікопольського району Дніпропетровської області.



Рисунок 4 – Руйнація існуючого мосту

Опис існуючого мосту взято зі звіту ДП «УкрДПТІтрансбуд», що був виконаний 05.05.2017. Міст побудований у 1955 році, за схемою 9,3+6x21,6+9,8 м під дві смуги руху автотранспорту та пішоходів на відокремлених тротуарах.

Повна довжина мосту 165,55 м, ширина проїзної частини Г-7,9з двома тротуарами по 1.0 м. Загальна ширина мосту 11.0 м. Міст перетинає річку під кутом близько 90° та розташований на прямій в плані і майже на прямій в профілі.

Опори мосту залізобетонні на забивних палях. Прогонова будова виконана сталеве-залізобетонною – монолітна плита проїзду та сталеві двотаврові балки в прогонах 1-2 та 8-9 і металеві розрізні ферми в прогонах 2-3 ... 7-8. Отвір мосту складає 142 м, підмостовий габарит 1.1 м. Міст віднесений до категорії – обмежено працездатний.



Рисунок 5 – Загальний вигляд мосту

Опис та послідовність виконання робіт

Будівництво мосту передбачає спорудження берегових опор на палевому фундаменті, що об'єднані ростверком, збудованих у відкритому котловані без шпунтової огорожі з постійним відкачуванням води; монолітних залізобетонних елементів опори (оголовок, шафова стінка, відкритки, підферменники). Проміжні (руслові) опори споруджуються без шпунтового огородження, зануренням обсадної труби, що армується і бетонується з плашкоутів. Балка жорсткості сталева з ортотропних конструкцій. Монтаж (збирання, зварювання, зболчування) балки виконується на березі, на стапелі, а далі насувається по опорах в проектне положення.

Фундаменти берегових опор мосту споруджуються на залізобетонних палях 40х40см, довжиною 15 і 16 м. Голови паль

об'єднані монолітним ростверком, на якому влаштоване тіло опори.

Щодо, спорудження балки прогонової будови (балки жорсткості мосту) вагою 720 т (з проходами та водовідводом 830 т) складається з двох головних двотаврових балок та центральних ортотропних плит. Одночасно із збиранням поперечного перерізу балок монтуються оглядові проходи та колектор водовідводу. Збирання виконується на збиральному стапелі.

Спорудження проміжних опор, Сполучення моста з насипом це є також довгим та трудомістким етапом в будівництві, який потребує дотримання всіх етапів та норм.

Обґрунтування прийнятої тривалості будівництва, календарний графік будівництва

Нормативна тривалість будівництва нового мосту (без урахування демонтажу старого) згідно СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений» ч. II, р. В, п. 8, підп. 2 при довжині мосту 161,4 м та ширині проїзної частини 9,0 м. складає: $T=15$ міс, в тому числі 1 міс на підготовчий період.

Тривалість будівництва мосту пов'язана з порядком фінансування. В разі регулярного фінансування всі роботи можуть бути виконані в термін до кінця 2020 року.

Будівництво моста, як і будь-яка інша галузь будівництва – складна, динамічна система. Керування цією системою здійснюється за допомогою чіткого планування послідовності і термінів операцій, які виконують у процесі будівництва.

При плануванні робіт, які виконують у ході будівництва моста необхідно враховувати такі рекомендації:

–терміни виконання робіт потрібно розподіляти так, щоб не було перерв у будівництві і щоб завантаження робітників було рівномірним;

–бетонні роботи, роботи з улаштування проїзної частини, що вимагають температури більше 4-10°C краще виконувати весною, влітку або на початку осіннього періоду, щоб не потрібно було улаштовувати тепляки;

–при призначенні термінів виконання тих чи інших видів робіт, необхідно враховувати наявність механізмів в організації, що виконує будівельні роботи;

–на малих і середніх штучних спорудах будівництво ведуть послідовно з елементами швидкісного методу, тобто операції трохи перекриваються за часом(вважають, що кожен наступну операцію починають за 1-2 тижні до закінчення попередньої).

Для організації будівельних робіт і наступного оперативного керівництва будівництвом складають календарні графіки. Генеральний календарний графік на усі види робіт щодо будівництва моста і підходів охоплює підготовчий, основний і заключний періоди будівництва.

Підготовчий період (будівництво тимчасових споруд на будівельному майданчику, планування будівельного майданчика, перенесення комунікацій, доставка матеріалів і механізмів і т.д.) приймається в межах 15% від основних працевитрат (людино-годин).

Заключний період і невраховані роботи приймаються в межах 10% від основних працевитрат (людино-годин).

Окремі види будівельно-монтажних робіт на графіку зображують горизонтальними лініями в масштабі часу.

Заходи, що до охорони праці

Заходи до охорони праці мають виконуватися відповідно до «Охорона праці і промислова безпека у будівництві». Основні положення ДБН А.3.2.2:2009.

Організація санітарно-побутових приміщень

Санітарно-побутові приміщення і обладнання мають бути введені в експлуатацію до початку виконання робіт. Площа санітарно-побутових приміщень визначається відповідно до кількісного складу робітників у найбільш багаточисельну зміну на об'єкті за укрупненими нормативними показниками згідно з таблицею 6.1. ДБН А.3.2-2-2009. На будівельних об'єктах необхідно мати аптечки з медикаментами, ноші, фіксуючі шини та інші засоби надання першої до лікарської допомоги.

Проїзди і проходи

Проїзди, проходи на будівельних майданчиках, а також проходи до робочих місць і на місцях не повинні мати вибоїн і утримуватись у чистоті та порядку, очищуватись від сміття, снігу, не захаращуватись матеріалами та виробами, а також бути не ковзкими.

Проходи на робочих місцях і до робочих місць повинні відповідати таким вимогам:– ширина одиночних проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше ніж 0,6

м, а висота таких проходів у просвіті – не менше ніж 1,8 м; – драбини або скоби, що передбачені для піднімання чи спускання працівників на робочі місця які розташовані на висоті (глибині) більше ніж 5 м, необхідно обладнувати пристроями для закріплення фала запобіжного поясу, а також обладнані дуговою огорожею.

Внутрішні автомобільні шляхи на будівельних майданчиках повинні відповідати вимогам ДБН А.3.1-5, бути обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху України. Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виконання робіт не може перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год – на поворотах.

Земляні роботи

Під час виконання земляних робіт траншеї тощо (виїмки) в місцях, де відбувається рух людей і транспорту, повинні бути огорожені відповідно до вимог п.6.2.1 ДБН А.3.2-2-2009.

Вимоги електробезпеки на будівельних майданчиках

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (наказ від 25.07.2006 № 258 Мінпаливенерго України), Правил улаштування електроустановок (наказ від 28.08.2006 №305 Мінпаливенерго України), НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32. Електро-безпека на будівельному майданчику

повинна забезпечуватися відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-13:2011.

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на відповідну механічну міцність підчас прокладання по них проводів і кабелів на висоті над рівнем землі та настилу не менше ніж, м: 2,5 – над робочими місцями; 3,5 – над проходами; 6,0 – над проїздами.

Світильники загального освітлення напругою 127 В і 220 В необхідно встановлювати на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу.

За висоти підвішування менше ніж 2,5 м необхідно згідно з ПУЕ(наказ Мінпаливенерго України від 28.08.06 № 305) використовувати напругу не вище ніж 25 В. Живлення світильників напругою до 25 В повинно здійснюватися від знижувальних трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей.

Забезпечення пожежної безпеки на будівельних майданчиках

Пожежна безпека на будівельному майданчику забезпечується відповідно до вимог України «Про пожежну безпеку», НАПБ А.01.001,НАПБ Б.03.002, ДБН В.1.1-7, ДБН В.1.2-7. 6.5.2 На кожному об'єкті роботодавець створює і несе відповідальність за функціонування системи пожежної безпеки.

Вантажно-розвантажувальні роботи

Вантажно-розвантажувальні роботи та складування вантажів із застосуванням вантажопідіймальних кранів і машин на будівельних майданчиках необхідно виконувати згідно з вимогами НПАОП 63.11-7.01 та технологічних карт ПВР.

Електрозварювальні та газополуменеві роботи

Під час виконання газополуменевих робіт повинні бути передбачені заходи та засоби із запобігання впливу на робітників небезпечних та шкідливих факторів.

До виконання електрозварювальних та газополуменевих робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, передбачений вимогами НПАОП 0.00-1.16, спеціальну підготовку і перевірку теоретичних знань та практичних навичок із конкретних способів зварювання і визначених видів зварювальних робіт, склали екзамен атестаційній комісії та мають відповідне посвідчення. Електрозварники повинні мати групу з електробезпеки не нижче II.