

Andrzej Skarzyński
Politechnika Poznańska

SYNCHRONIZACJA PROCESU ZBROJENIA Z PROCESAMI MONTAŻU PRZESTAWNYCH URZĄDZEŃ FORMUJĄCYCH ORAZ BETONOWANIA KONSTRUKCJI MONOLITYCZNYCH

Streszczenie. W pracy omówiono synchronizację procesu zbrojenia z procesami montażu przestawnych urządzeń formujących i betonowania podczas realizacji konstrukcji monolitycznych przez brygady kompleksowe. Przedstawiono dwa schematy poprawnej pracy oraz wzory umożliwiające ciągłą pracę żurawia. Podano wzory dla określania liczebności zespołów montujących zbrojenie.

1. Wstęp

Efektywność procesu zbrojenia konstrukcji realizowanych na placu budowy rozpatrywać można przy uwzględnieniu następujących kryteriów czasowych:

- wydajności i prędkości,
- czasu zaangażowania żurawia przy transporcie zbrojenia,
- wpływu procesu zbrojenia na wydłużanie pełnego cyklu rotacji urządzeń formujących,
- długości przerw pomiędzy ukończeniem procesu montażu urządzeń formujących, a rozpoczęciem procesu betonowania.

W literaturze krajowej problematyka prac zbrojarskich dotyczy najczęściej albo zagadnień technologii procesów przygotowania zbrojenia, albo problemów uprzemysłowienia tych procesów na zapieczku. Procesowi montażu zbrojenia w konstrukcji poświęca się jak dotąd mniej uwagi.

2. Miejsce procesu zbrojenia w pełnym cyklu formowania konstrukcji

Proces montażu zbrojenia w betonowym budownictwie monolitycznym połączony jest najczęściej z procesem montażu zatapiających instalacji oraz wkładek kształtujących otwory w ścianach i w stropach. Łączny udział tych procesów w prędkości formowania konstrukcji jest znaczny i określany jest przykładowo przez B.Ciechanowskiego [1] na ok. 35%, a w wydawnictwie francuskiej firmy Cutinord [3] na 25+35% prędkości robót.

W literaturze omawiającej organizację betonowego budownictwa monolitycznego brygadami branżowymi A.Dyżewski [2], L.Kowiński [4 i 5] i J.Watorski [6], pracom zbrojarskim przydzielają oddzielny czas. Podczas realizacji działek roboczych nakładanie się procesów wpływać może na skrócenie czasu formowania uziałek.

Betonowe budownictwo monolityczne, wykonywane metodami przemysłowymi, umożliwia pełną realizację w ciągu jednej zmiany, przez jedną brygadę, najczęściej kompleksową, działek roboczych przekraczających 150 m^2 powierzchni stropu (łącznie ze słupami i ścianami). w czasie tej jednej zmiany, na zbrojenie takiej działki przeznaczyć można wtedy tylko około 3+5 godzin, podczas których procesy zbrojenia nakładają się z procesami montażu urządzeń formujących, a częściowo i betonowania. Taki system pracy wymaga szczegółowego określenia powiązań procesu montażu zbrojenia i instalacji zatapiających z pozostałymi procesami.

Proces zbrojenia konstrukcji rozpatrywać można w zależności od położenia formowanych elementów. I tak:

- w przypadku formowania elementów pionowych (ścian i słupów), proces ten musi się odbywać w trakcie montażu urządzeń formujących. Naomierne jego wydłużanie wpływa hamująco na postęp montażu urządzeń formujących zamykających ściany i słupy. Wydłuża się tym samym czas upływający od rozpoczęcia montażu urządzeń formujących do zakończenia prac przygotowawczych przed betonowaniem,
 - w przypadku formowania elementów poziomych (przede wszystkim płyt stropowych), procesy zbrojenia, montażu instalacji i wkładek kształtujących otwory nie wpływają hamująco na postęp montażu urządzeń formujących.
- W razie jednak nadmiernego wydłużania czasu zbrojenia, opóźnia się ukończenie prac przygotowawczych przed betonowaniem.

3. Współpraca zespołu montującego zbrojenie z zespołami montującymi urządzenia formujące i betonującymi elementy konstrukcyjne

współpracę zespołu montującego zbrojenie ścian i montaż instalacji zatapiających z zespołami montującymi i betonującymi tunelowe urządzenia formujące przedstawia rys.1. Czasy montażu zbrojenia ścian i stropów, zapewniające ciągłość pracy żurawia transportującego tunelowe urządzenia formujące, zbrojenie oraz mieszankę betonową, określono na podstawie tego rysunku zależnościami 1 (dla całego procesu zbrojenia i montażu instalacji zatapiających), 2 (dla ścian) i 3 (dla stropów):

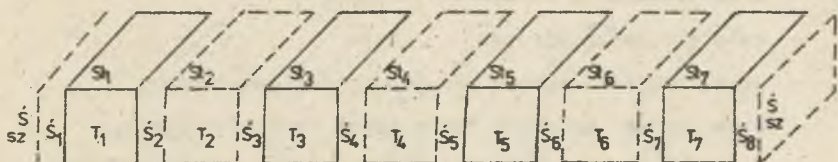
$$t_{zb} = t_{zb,ś} + t_{zb,st} = t_{m,u,f} - t_{m,l \text{ tun}} + (t_{b,ś} + t_{b,st}) - 2(t_{b,l \text{ ś}} + t_{b,l \text{ st}}) \quad (1)$$

$$t_{zb,ś} = t_{m,u,f} - t_{m,l \text{ tun}} - t_{m,l \text{ ś.sz}} + t_{t,zb,ś} \quad (2)$$

$$t_{zb,st} = (t_{b,ś} + t_{b,st}) - 2(t_{b,l \text{ ś}} + t_{b,l \text{ st}}) + t_{m,l \text{ ś.sz}} + 0,5 t_{m,zast} + t_{t,zb,st} \quad (3)$$

Musi być przy tym spełniony warunek 4:

$$t_{zb,l \text{ st}} \leq t_{b,l \text{ ś}} + t_{b,l \text{ st}} \quad (4)$$



kolejność montażu urządzeń formujących

oznaczenia:

Ś - ściany

St - stropy

T - tunele



I - faza montażu
(przed zbrojeniem ścian)



II - faza montażu
(po zbrojeniu ścian)

p	operacje	kolejność operacji
1	montaż urządzeń tunelowych	<u>1 3 5 7</u> <u>2 4</u> <u>6</u>
2	montaż urządzeń szczytowych	<u>1</u> <u>8</u>
3	montaż zastawek ścian	1,2 5,6 3,4 7,8
4	montaż zastawek stropów	1,2 5,6 3,4 7
5	montaż pomostów	_____
6	transport zbrojenia ścian	_____
7	transport zbrojenia stropów	_____
8	zbrojenie ścian	<u>1 2 3 4 5 6 7 8</u>
9	zbrojenie stropów	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>
10	betonowanie ścian	<u>1 2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>6</u> <u>7</u> <u>8</u>
11	betonowanie stropu	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>6</u> <u>7</u>

Rys. 1. Synchronizacja procesu zbrojenia z procesami montażu tunelowych urządzeń formujących i betonowania.

Fig. 1. The synchronization of the reinforcement process with the processes of the tunnel formworks and the concreting.

gdzie:

- t_{zb} - czas całego procesu zbrojenia,
- $t_{t.zb.ś}$ - czas transportu zbrojenia ścian,
- $t_{zb.ś}$ - czas zbrojenia ścian,

- $t_{t.zb.st}$ - czas transportu zbrojenia stropów,
 $t_{zb.st}$ - czas zbrojenia stropów,
 $t_{zb.l st}$ - czas zbrojenia stropu nad jednym pomieszczeniem,
 $t_{m.u.f}$ - czas montażu urządzeń formujących działkę roboczą,
 $t_{m.l tun}$ - czas montażu tunelowych urządzeń formujących jedno pomieszczenie,
 $t_{m.l ś.sz}$ - czas montażu urządzeń formujących jedną ścianę szczytową,
 $t_{m.zast}$ - czas montażu zastawek ściennych i stropowych,
 $t_{b.ś}$ - czas betonowania ścian jeanej działki,
 $t_{b.l ś}$ - czas betonowania jednej ściany,
 $t_{b.st}$ - czas betonowania stropów jednej działki,
 $t_{b.l st}$ - czas betonowania stropu nad jednym pomieszczeniem.

Współpracę zespołu montującego zbrojenie ścian i instalacje zatapiane z zespołami montującymi i betonującymi rozdzielcze urządzenia formujące przedstawia rys.2. Czasy montażu zbrojenia ścian i stropów, zapewniające zachowanie ciągłości pracy turawia transportującego rozdzielcze urządzenia formujące, zbrojenie oraz mieszankę betonową, określają na podstawie tego rysunku zależności 5 (dla ścian) i 6 (dla stropów):

$$t_{zb.ś} = t_{t.u.f.ś} - 2t_{t.u.f.l ś} + t_{t.zb.ś} \quad (5)$$

$$t_{zb.st} = t_{m.u.f.st} - 2t_{m.u.f.l st} + t_{b.st} - 2t_{b.l st} + t_{t.zb.st} \quad (6)$$

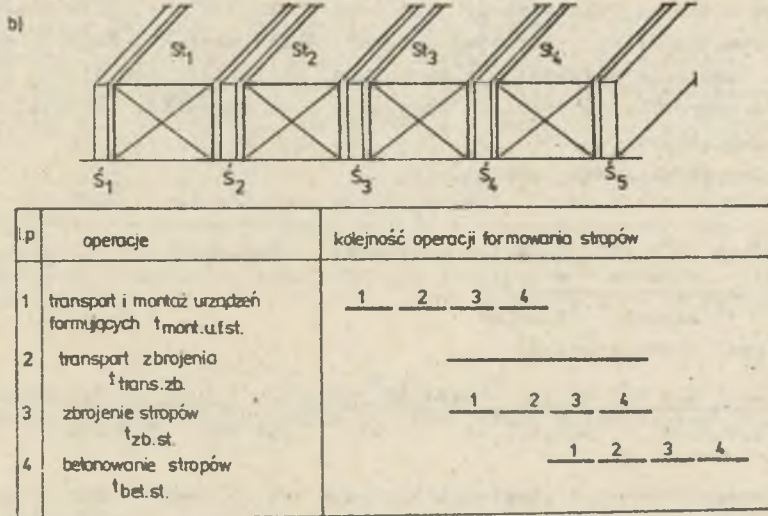
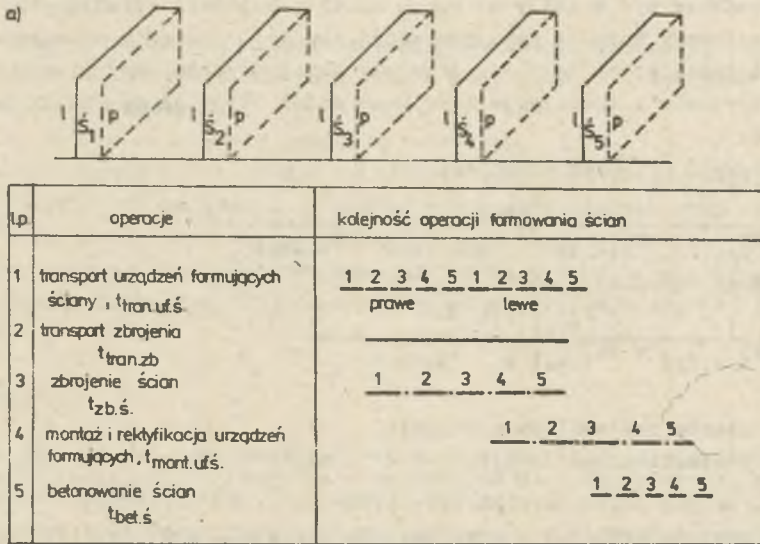
gdzie:

- $t_{t.u.f.ś}$ - czas transportu i ustawienia urządzeń formujących ściany (bez montażu) działki roboczej,
 $t_{t.u.f.l ś}$ - czas transportu i ustawienia urządzeń formujących jednostronnie jedną ścianę (bez montażu),
 $t_{m.u.f.st}$ - czas transportu i montażu urządzeń formujących stropy działki roboczej,
 $t_{m.u.f.l st}$ - czas transportu i montażu urządzeń formujących strop nad jednym pomieszczeniem.

4. Dobór liczebności zespołów montujących zbrojenie konstrukcji

Na przebieg procesu zbrojenia wpływ wywierają przede wszystkim:

- masa i liczba półfabrykatów zbrojenia oraz liczba zatapianych instalacji, liczona ogółem na $1 m^2$ rzutu stropu lub oddzielnie na $1 m^2$ ścian i $1 m^2$ stropu,
- wskaźnik nasycenia rzutu stropu ścianami,
- stopień skomplikowania montowanych zbrojeń i instalacji,
- stopień uprzemysłowienia procesu przygotowania zbrojenia,
- wydajność zespołu roboczego określana jako pochodna wydajności indywi-



Rys. 2. Synchronizacja procesu zbrojenia z procesami montażu rozdzielczych urządzeń formujących i betonowania.

Fig. 2. The synchronization of the reinforcement process with the separate for the walls and the floor slabs processes of the formwork and the concreting.

dualnej zbrojarzy i liczebności zespołu,
tempo i organizacja robót na obiekcie.

Zgodnie z rys. 1 i 2 oraz wzorami 2 i 5 czas montażu zbrojenia w ścianach powinien być krótszy od czasu montażu urządzeń formujących. Jest to podstawowy warunek synchronizacji obu tych procesów oraz równocześnie ciągłości pracy żurawia. Wymagany skład zespołu montującego w ścianach zbrojenie i instalacje zatapiane można określać za pomocą zależności 7 i 8:

- dla tunelowych urządzeń formujących:

$$n \geq \frac{P_{zb.ś} \cdot L}{t_{m,u,f} - t_{m,l \text{ tun}} - t_{m,l \text{ ś.sz}} + t_{t,zb.ś}} \quad (7)$$

- dla urządzeń rozdzielczych

$$n \geq \frac{P_{zb.ś} \cdot L}{t_{t,u,f,ś} - 2t_{t,u,l \text{ ś}} + t_{t,zb.ś}} \quad (8)$$

gdzie:

- n - liczba pracowników w zespole,
- $P_{zb.ś}$ - pracochłonność zbrojenia 1 m ścian,
- L - długość ścian działki roboczej.

Zgodnie z wzorami 3, 4 i 6 czas montażu zbrojenia stropów (przy sukcesywnym jego odbiorze) uzależniony jest przede wszystkim od uzyskiwanego tempa betonowania ścian i stropów. Wymagany skład zespołu, montującego w stropach zbrojenie i instalacje zatapiane, zapewniającego ciągłą pracę żurawia i synchronizację procesów zbrojenia i betonowania, określać można za pomocą zależności 9 i 10:

- dla tunelowych urządzeń formujących:

$$n \geq \frac{P_{zb,st} \cdot F}{(t_{b,ś} + t_{b,st}) - 2(t_{b,l \text{ ś}} + t_{b,l \text{ st}}) + t_{m,l,ś.sz} + 0,5t_{m,zast} + t_{t,zb,st}} \quad (9)$$

- dla urządzeń rozdzielczych:

$$n \geq \frac{P_{zb,st} \cdot F}{t_{m,u,f,st} - 2t_{m,u,f,l \text{ st}} + t_{b,st} - 2t_{b,l \text{ st}} + t_{t,zb,st}} \quad (10)$$

gdzie:

- $P_{zb,st}$ - pracochłonność zbrojenia stropów,
- F - powierzchnia stropów działki roboczej.

5. Czynniki umożliwiające zwiększenie efektywności procesu zbrojenia konstrukcji

Do czynników warunkujących usprawnienie procesów zbrojenia konstrukcji zaliczyć należy między innymi:

- poprawność i ekonomikę wymiarowania konstrukcji w fazie projektu tech-

nicznego w zakresie doboru ilościowego i jakościowego stali zbrojeniowej,

- stosowanie przy montażu właściwie wymiarowo dobranych siatek rulonowych,
- stosowanie właściwych narzędzi do łączenia prętów i siatek oraz montażu podkładek dystansowych,
- właściwą organizację pracy zespołów roboczych,
- skracanie czasu montażu zbrojenia na obiekcie przez przygotowywanie na placu przyobiektowym scalonych siatek o dużych wymiarach wraz z elektryczną instalacją zatapianą (np. na powierzchnię stropu lub długość ściany) i montaż ich za pomocą specjalnych zawiesi, których przykłady przedstawili L.Rowiński [6] oraz A.Skarzyński i M.Celińska [7] .

LITERATURA

- [1] Ciechanowski B.: Deskowania tunelowe SBM-75 K2 - pierwsze doświadczenia realizacyjne, Materiały Seminarium nt.: "Budownictwo monolityczne w systemie SBM-75", COBFBO, Tuczno 1979.
- [2] Dyżewski A.: Technologia i organizacja budowy, Arkady, Warszawa Wyd. 1 - 1962; Wyd. 2 - 1965; Wyd. 3 - 1971.
- [3] Le procede Outinord - maszynopis firmy Outinord, 1975.
- [4] Rowiński L.: Organizacja procesów budowlanych, PWN, Warszawa 1979.
- [5] Rowiński L.: Organizacja produkcji budowlanej, Arkady, Warszawa 1982.
- [6] Rowiński L., Kobiela M., Skarzyński A.: Technologia monolitycznego budownictwa betonowego, PWN, Warszawa. Wyd. 1 - 1980; Wyd. 2 - 1986.
- [7] Skarzyński A., Celińska M.: Kierunki obniżania pracochłonności robót zbrojarskich w budownictwie monolitycznym. Przegląd Budowlany nr 3/1979.
- [8] Wątorski J.: Organizacja i mechanizacja budowy, cz. III, Organizacja budowy i zaplecza technicznego, PWN, Kraków - Warszawa - 1964 Wyd. 3 - 1965.

THE SYNCHRONIZATION OF THE REINFORCEMENT PROCESS WITH THE PROCESSES OF THE FORMWORK AND THE CONCRETING IN THE MONOLITHIC CONCRETE CONSTRUCTIONS

Summary. The problem of the synchronization of the reinforcement process with the processes of the formwork and the concreting on the monolithic concrete constructions is described. Schematic diagrams and the formulas for the correct work for the complex teams and for the continuous work of the cranes as so the formulas to calculate the quantity of the workers in the teams are given.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОНТАЖА АРМАТУРЫ С ПРОЦЕССАМИ УСТАНОВКИ ПЕРЕНОСНОЙ
ОПАЛУБКИ И БЕТОНИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Резюме

В настоящей работе была представлена синхронизация процесса монтажа арматуры с процессами установки опалубки и бетонирования во время реализации монолитных конструкций в случай работы комплексной бригады. Дана схема правильной работы а также формулы для обеспечения непрерывной работы крана были представлены. Также формулы для определения численности коллективов для монтажа арматуры были представлены.

Wpłynęło do Redakcji 20.03.1988 r.