

Antoni Huczek*

STATYSTYCZNA KONTROLA JAKOŚCI W PROCESIE PRODUKCJI CZĘŚCI ZŁĄCZNYCH

W warunkach zmian w bliższym i dalszym otoczeniu oraz nasilającej się konkurencji przedsiębiorstwa poszukują sposobów zapewnienia sobie trwałego miejsca na rynku poprzez skuteczne zarządzanie. Zweryfikowanym w praktyce systemem zarządzania jest kompleksowe zarządzanie jakością, które stanowi proces stałego doskonalenia wszystkich obszarów przedsiębiorstwa, a jego narzędziem jest system zapewnienia jakości. Systemy zarządzania jakością cechuje podejście kompleksowe, a także zintegrowane programy wspomagające, które mają na celu dokonywanie przeglądu wszystkich faz wykonywania pracy pod kątem aspektów jakości, by umożliwić poprawę procesów i wyrobów. Ważnym zagadnieniem z punktu widzenia jakości jest konieczność przechodzenia w przedsiębiorstwie od zarządzania funkcjami do zarządzania procesami. Zarządzanie to zyskuje większą popularność z powodu swej skuteczności. Zarządzanie procesem musi odbywać się analogicznie jak zarządzanie każdą organizacją i obejmować zarządzanie celami procesu, efektywnością procesu, zasobami warunkującymi sprawną realizację procesu, powiązaniem, jakie zachodzą pomiędzy komórkami realizującymi proces.

Zarządzanie zorientowane na proces obejmuje: działania na rzecz poprawy, wsparcie i pobudzenie, kryteria procesu.

W artykule autor przedstawia zastosowania statystycznej kontroli jakości w procesie produkcji części złącznych. Zmianę parametrów jakości podczas produkcji części złącznych, takich jak: nity, śruby, podkładki, nakrętki, wkręty do drewna szczególnie wygodnie i efektywnie można określać przy pomocy statystycznej kontroli jakości opartej o metodę reprezentacyjną.

1. Uwagi wstępne

Statystyczna kontrola jakości podczas produkcji jest organicznie związana z procesem technologicznym, zapewnia nam nie tylko otrzymanie wyrobu zgodnego z wymaganiami technicznymi, lecz również pozwala na wykrycie wszelkich związków pomiędzy przyczynami i skutkami, a więc umożliwia w efekcie ustalenie czynnika lub czynników, których nieprzestrzeganie wywołało większą lub mniejszą ilość braków.

Kontrola jakości może być skuteczna tylko wtedy, gdy nadzór nad produkcją, rozciągnięty zostanie zarówno w czasie, jak i przestrzennie możliwie blisko procesu wytwarzania.

Istnieje dużo różnych metod statystycznej kontroli jakości. W zależności od wymaganej dokładności oceny oraz warunków organizacyjno-technicznych, stosujemy dla danej produkcji metodę najbardziej przydatną. W niniejszym artykule rozpatrzono problematykę statystycznej kontroli jakości podczas produkcji wyrobów znormalizowanych dla operacji tłoczenia nitów i nakrętek. Dlatego też rodzaje badań przewidziane w odpowiednich normach (dla gotowych wyrobów), przeprowadzono w odniesieniu (w możliwym zakresie) dla półfabrykatu otrzymanego z operacji tłoczenia.

Ze względu na konieczność ograniczenia objętościowego, w niniejszej publikacji nie rozpatrzono wszystkich zagadnień związanych z przygotowaniem produkcji oraz techniką prowadzenia statystycznej kontroli jakości.

Na podstawie pobranych bezpośrednio z bieżącej produkcji w określonych odstępach czasu próbek o niewielkiej liczności i dokonywanych pomiarach lub sprawdzeniu wszystkich sztuk w próbce oblicza się właściwe dla danej metody statystycznej kontroli jakości wskaźniki statystyczne.

Jeżeli w wyniku ustaleń potwierdzimy, że wartości tych wskaźników dla próbki nie wykraczają poza obliczone dla nich granice, to możemy uważać, że proces produkcyjny jest dostatecznie ustabilizowany, że odchylenia tych wskaźników od wartości stałych są przypadkowe i wynikają jedynie z losowego charakteru próbek, że nie ma obawy o to, aby wadliwość produkcji przekroczyła założoną granicę i że wobec tego nie musimy interweniować (regulować maszynę, poprawiać narzędzie itp.).

Otrzymane w wyniku kontroli i ewentualnych obliczeń wartości wskaźników statystycznych nanosimy na odpowiednie wykresy, zwane inaczej kartą kontrolną. Budowa karty kontrolnej oraz zasady jej sporządzania jest omówiona w literaturze.

Wspomnieć tutaj należy, iż karta jednotorowa stosowana jest w przypadku badania tylko jednej właściwości lub grupy właściwości ujętych jednym wskaźnikiem statystycznym. Natomiast karta dwutorowa stosowana jest w przypadku badania dwóch wskaźników statystycznych charakteryzujących produkt.

Kontrolowanie więcej niż trzech właściwości produktu na jednym wykresie, utrudnia jego sporządzenie i wykorzystanie. Zaleca się wybrać jedną właściwość najważniejszą i badać ją osobno, a pozostałe właściwości łączyć w grupę i alternatywnie oceniać sztuki ze względu na tę grupę.

W artykule przedstawiono teoretyczne rozwiązania odnośnie metod zastosowanych w badaniach własnych jakości procesu tłoczenia nitów i nakrętek.

2. Metody kontroli w oparciu o miarę średnich wartości cechy

Metody te oparte są na badaniu zmienności dwóch wskaźników statystycznych:

- jednej z przeciętnych wartości kontrolowanej cechy w próbce,
- jednej z miar rozrzutu cechy w próbce.

Wskaźniki te dają możliwość stwierdzenia, czy nie zaszło odchylenie od założonej wartości cechy w partii oraz jak wielki jest rozrzut wartości cechy w partii. Jedną z metod w tej grupie jest metoda kontroli wskaźników $\bar{x}$ -R. Parametrami statystycznymi w tej metodzie są: średnia arytmetyczna wartości cechy w próbce $\bar{x}$ oraz rozstęp R czyli różnica pomiędzy największą i najmniejszą wartością badanej cechy w próbce.

Zasady kontroli wraz z określeniem wartości współczynników występujących w równaniach zmiennej losowej możemy znaleźć w odpowiedniej literaturze technicznej i normach.

Dla rozkładu normalnego uzyskujemy następujący przedział ufności dla średniej m z partii

$$\bar{x} - \frac{t\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{1 - \frac{n}{N}} < m < \bar{x} + \frac{t\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{1 - \frac{n}{N}}$$

gdzie:

n – liczność próbki, N – liczność partii,

t – wartość odchylenia średniego danej partii. Według praktyki ekonomicznie uzasadnionym jest stosowanie granic trzysigmowych (3σ).

Wtedy prawdopodobieństwo, że średnia znajdzie się w granicach określonych wzorem będzie wynosić 0,9973 albo prawdopodobieństwo 0,0027, że znajdzie się poza tymi granicami.

Z reguły nie znamy odchylenia standardowego z partii σ wobec czego zastępujemy go odchyleniem standardowym σ_x z próby w wyniku tego nierówność przybiera postać:

$$\bar{x} - \frac{t\sigma_x}{\sqrt{n}} \sqrt{1 - \frac{n}{N}} < m < \bar{x} + \frac{t\sigma_x}{\sqrt{n}} \sqrt{1 - \frac{n}{N}}$$

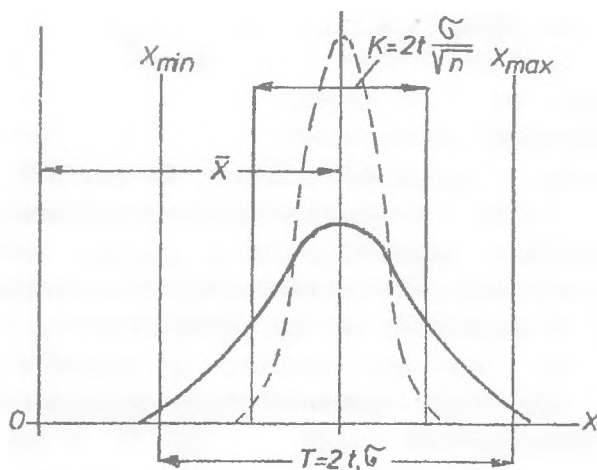
Za pomocą tej metody można kontrolować tylko jedną właściwość, dlatego, w przypadku gdy zachodzi potrzeba kontrolowania jednocześnie kilku właściwości, należy prowadzić osobny wykres kartę dla każdej z nich.

W metodzie tej stosujemy dwa wykresy, to jest: wykres $\bar{x}$ – dla średniej i wykres R – dla rozstępu, jednak są przypadki, w których można stosować tylko jeden wykres, np: dla średniej lub tylko dla rozstępu. Mogą być ponad-

to wprowadzone dodatkowe wykresy liczby sztuk niedobrych dla odpowiednio zgrupowanych pozostałych właściwości, bądź nawet dla poszczególnych właściwości. Liczność próbki dla metody $\bar{x}$ -R waha się w granicach od 2 do 10 sztuk. Próbkę o liczności 2 lub 3 sztuki, stosuje się w przypadkach, gdy badanie jest uciążliwe, kosztowne lub niszczące. W zwykłych warunkach stosuje się próbki o liczności 4 do 6 sztuk. W wyjątkowych przypadkach, gdy zależy nam na stwierdzeniu nawet małych zmian w procesie produkcyjnym stosuje się próbki o liczności od 7-10 sztuk.

Jeżeli obliczone linie kontrolne nie zostaną przekroczone przez żadną z wartości wskaźników próbek, będących podstawą obliczenia, pozwala nam to wnioskować o stabilizacji procesu. Aby upewnić się, czy wadliwość produkcji nie przekracza dozwolonej wartości, winniśmy jeszcze sprawdzić położenie linii kontrolnych względem linii odpowiadających granicom tolerancji.

Rozpatrując zagadnienie rozkładu cechy w partii oraz rozkładu średnich z próbek pobranych z tej partii (rys. 1) oraz przyjmując dla tolerancji zamiast granic trzysigmowych granice t_1 - sigmowe, możemy napisać $T=2t_1$.



Rys. 1. Linie kontrolne dla średniej $\bar{x}$ i linie tolerancji.

(Linia ciągła – krzywa rozkładu cechy w partii, linia przerywana – krzywa rozkładu średnich z próbek)

Przyjmując zaś dla linii kontrolnych wykresu dla średnich z próbki zamiast granic trzysigmowych granice t -sigmowe otrzymamy wartość odległości między liniami kontrolnymi

$$K = \frac{2t\sigma}{\sqrt{n}}$$

Łącząc te dwie zależności otrzymamy:

$$\frac{K}{T} = \frac{t}{t_1} = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

Właściwe wartości t i t_1 można ustalić na podstawie rozważań ekonomicznych dla konkretnej produkcji. Z braku takich danych, jak zwykle bywa, należy opierać się na doświadczeniu i jak już wspomniano przyjmujemy granice trzysigmowe. Zgodnie z praktyką powinno być:

$$\frac{K}{T} < \frac{1}{\sqrt{n}}$$

Literatura podaje granice stosunku K/T (dla $t=3$), uwzględniające pewne wahania parametrów rozkładu w stosunku do wartości wyjściowych, a w szczególności odstępstwo od rozkładu normalnego.

Jeżeli warunek ten nie jest spełniony i wartość t_1 okaże się za duża, to świadczy to o nadmiernej dokładności procesu, w takim przypadku należy rozważyć np. możliwość przeniesienia pracy na inną mniej dokładną maszynę, postawienia łagodniejszych wymagań materiałowych itp.

3. Metody kontroli w oparciu o ocenę alternatywną

Kontrola w oparciu o miarę cechy nie zawsze może być prowadzona. Wynika to stąd, że w pewnych przypadkach sama cecha nie jest mierzalna, jak np. wygląd powierzchni wewnętrznej wyrobów śrubowych, wady powierzchni odlewów itd. W innych przypadkach można wyznaczyć miarę cechy, ale pomiar taki może okazać się zbyt kosztowny lub zbyt skomplikowany, podczas gdy stwierdzenie sprawdzianem, że wymiar nie przekracza lub przekracza granice tolerancji jest łatwe i tanie. Wobec powyższego stosujemy kontrolę wyrobów w oparciu o ocenę alternatywną.

Przez ocenę alternatywną wyrobów rozumiemy kwalifikacje poszczególnych sztuk na dobre i niedobre (wadliwe), uznając sztukę za dobrą, jeżeli spełnia ona wszystkie ustalone wymagania, natomiast za niedobłą, jeżeli tych wymagań nie spełnia. Przebieg kontroli przy ocenie alternatywnej jest zasadniczo taki sam, jak przy kontroli według miary cechy i opiera się na pobieraniu próbek (o większej liczbie elementów) w ustalonych odstępach czasu.

Dla tychże próbek ustala się wartość wskaźnika statystycznego, zaznaczając go na odpowiednim wykresie punktowym z linią centralną i liniami kontrolnymi. W zależności od rodzaju metody, wskaźnikiem tym może być wadliwość „w” lub liczba sztuk wadliwych „c”. Wykroczenie punktu poza jedną z linii kontrolnych pozwala przypuszczać o istnieniu systematycznych przyczyn zakłócających normalny przebieg produkcji.

Jeżeli kontroli podlega wiele cech produktu i przekroczenie dla przynajmniej jednej cechy, powoduje uznanie sztuki za wadliwą, prowadzi się na ogół jedną kartę kontrolną dla wszystkich cech.

4. Badania własne

Badanie jakości przeprowadzono podczas podstawowej operacji technologicznej, tj. tłoczenia nita 5x40 o łbie kulistym na tłoczni dwuuderzeniowej i tłoczenia nakrętek sześciokątnych na tłoczni AMP-20.

Kontrolę jakości przeprowadzono metodą $\bar{X}$ -R i liczby „c” sztuk niedobrych w próbce (karta kontrolna „z”). Ze względu na prowadzony charakter badań (SKJ) podczas produkcji, badaniami tymi nie objęto pozostałych operacji technologicznych produkowanych wyrobów, ani też nie rozpatrzono badań odbiorczych gotowych wyrobów.

W metodzie kontroli $\bar{X}$ -R pobierano co pół godziny próbki o liczności 5 sztuk, natomiast w metodzie „c” sztuk niedobrych w próbce, pobierano co pół godziny próbki o liczności 50 sztuk (nity) i 70 sztuk (nakrętki). Ilość pobranych próbek uwidoczniła jest na wykresach.

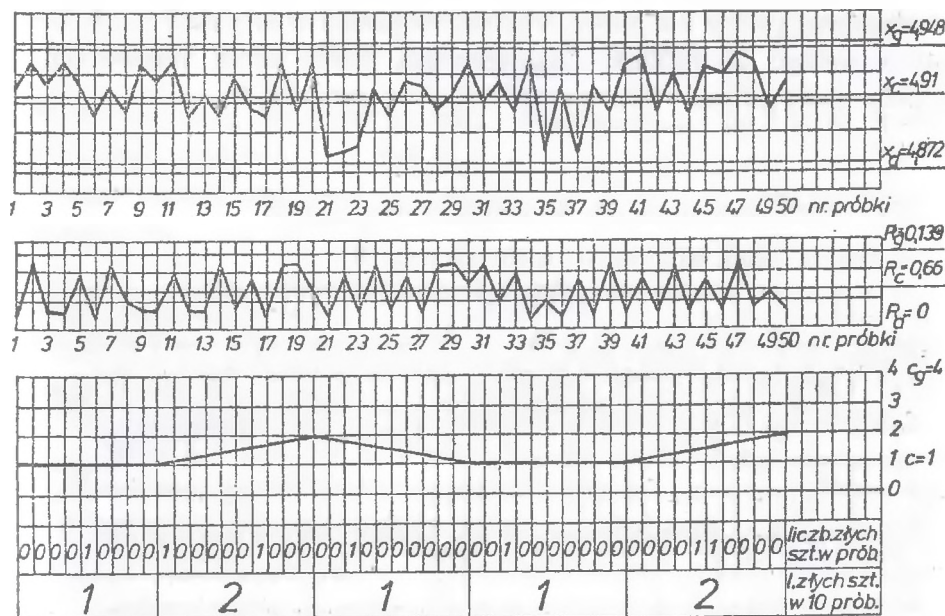
Dla sprawdzenia czy właściwości badanej przez nas zbiorowości mają rozkład normalny, pobrano wstępnie z produkowanej partii po 100 sztuk nakrętek i nitów, zmierzono ich średnicę i określono liczbę sztuk w odpowiednim przedziale wielkości średnic. Następnie wyznaczono skumulowaną liczbę sztuk w przedziale i wartość dystrybuanty empirycznej oraz wykonano wykres na siatce laplaso-regularnej. Stwierdzono, że otrzymane na siatce punkty, ułożyły się wzdłuż linii prostej, wobec czego można przyjąć, że rozkład badanych właściwości jest normalny. Podczas kontroli jakości metodą $\bar{X}$ -R dla nitów przyjęto jako cechę mierzalną wymiar średnicy nita. Pozostałe wymiary i wygląd zewnętrzny, kontrolowano w oparciu o ocenę alternatywną na dodatkowym torze. Natomiast dla nakrętek przyjęto jako cechę mierzalną średnicę pod gwint po operacji tłoczenia.

Sprawdzenie pozostałych wymiarów, chropowatości powierzchni, wyglądu zewnętrznego oraz próbę twardości wg Brinella kontrolowano w oparciu o ocenę alternatywną na dodatkowym torze.

W metodzie kontroli „c” sztuk niedobrych w próbce, wszystkie cechy (mieralne i niemierzalne) nitów i nakrętek kontrolowano według oceny alternatywnej.

4.1. Metoda kontroli wskaźników $\bar{X}$ -R

A. Dla nitów 5x40 o łbie kulistym

Rys. 2. Wykres dla nitów 5x40. Metoda $\bar{X}$ -R

1. Obliczenie położenia linii centralnej $\bar{X}_C$ na wykresie przeprowadzono w ten sposób, że pobrano z bieżącej produkcji 25 wstępnych próbek i wyznaczono średnią $\bar{X}$ średnicy nitu z wartości średnich tychże próbek.

$$\bar{x}_c = \bar{\bar{x}} = 4,91 \text{ mm}$$

Podobnie wyznaczono linię centralną dla rozstępu R_C .

$$R_c = \bar{R} = 0,066 \text{ mm}$$

2. Wyznaczenie linii kontrolnych.

$$\bar{x}_g = \bar{x}_c + A_2 \bar{R} = 4,91 + 0,577 \times 0,066 = 4,948 \text{ mm}$$

$$\bar{x}_d = \bar{x}_c - A_2 \bar{R} = 4,91 - 0,577 \times 0,066 = 4,872 \text{ mm}$$

$$R_g = D_2 \bar{R} = 2,11 \times 0,066 = 0,13926 \text{ mm}$$

$$R_d = 0$$

3. Obliczenie toru dodatkowego.

Na dodatkowym torze kontrolujemy wg oceny alternatywnej pozostałe wymiary (oprócz średnicy) i wygląd zewnętrzny nitów. Badania wstępne wykazały, że wadliwość produkcji ze względu na badaną grupę właściwości jest $w = 0,02$ przyjmując $c = 1$ otrzymuje się:

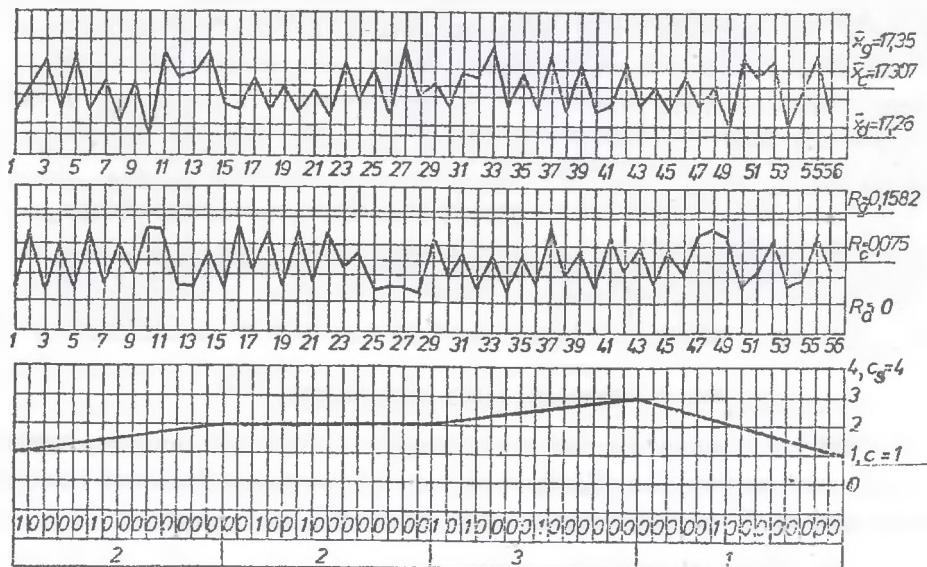
$$n = \frac{c}{w} = \frac{1}{0,02} = 50 \text{ sztuk}$$

Ponieważ próbki dla torów: średniej i rozstępu liczyły po 5 sztuk, trzeba zatem łączyć 10 próbek. Dopuszczalna liczba sztuk niedobrych c_g w połączonej próbce o liczności 50 dla $c = 1$ wynosi 4, 0.

$$c_g = 4,0$$

Na dodatkowym torze nie pojawił się żaden sygnał.

B. Dla nakrętek M20 sześciokątnych (rys. 3)



Rys. 3. Wykres dla nakrętek M20. Metoda $\bar{x}$ -R

1. Obliczanie położenia linii centralnej $\bar{x}_c$ i R_c wyznaczono podobnie jak dla nitów 5 x 40 i otrzymano:

$$\bar{x}_c = \bar{x} = 17,307 \text{ mm}$$

$$R_c = R = 0,075 \text{ mm}$$

2. Wyznaczenie linii kontrolnych.

$$\bar{x}_g = \bar{x}_c + A_2 \bar{R} = 17,307 + 0,57 \times 0,075 = 17,35 \text{ mm}$$

$$\bar{x}_d = \bar{x}_c - A_2 \bar{R} = 17,307 - 0,577 \times 0,075 = 17,26 \text{ mm}$$

$$R_g = D_2 \bar{R} = 2,11 \times 0,075 = 0,1582 \text{ mm}$$

3. Obliczenie toru dodatkowego.

Na dodatkowym torze kontrolujemy wg oceny alternatywnej pozostałe wymiary (oprócz średnicy pod gwint nakrętki), chropowatość powierzchni, wygląd zewnętrzny oraz wyniki z prób twardości wg Brinella.

Badania wstępne wykazały, że wadliwość produkcji ze względu na badaną grupę właściwości jest $w = 0,0143$ przyjmując $c = 1$ otrzymuje się:

$$n = \frac{c}{\bar{w}} = \frac{1}{0,0143} = 70 \text{ sztuk}$$

Ponieważ próbki dla torów średniej i rozstępu liczyły po 5 sztuk, trzeba zatem łączyć 14 próbek.

Dopuszczalna liczba sztuk niedobrych c_g w połączonej próbce o licznosci 70 sztuk dla $c = 1$ wynosi 4,0.

$$c_g = 4,0$$

Na dodatkowym torze nie pojawił się żaden sygnał. Analizując otrzymane wykresy należy stwierdzić, że we wszystkich próbkach wartość średniej i rozstępu nie przekroczyła wyznaczonych linii kontrolnych (nie otrzymano żadnego sygnału) oraz że zachodzi w miarę symetryczne zgrupowanie punktów po obu stronach linii centralnej – a więc możemy stwierdzić, że analizowany proces technologiczny jest uregulowany i prawidłowo przebiega. Należy tutaj zaznaczyć, że najczęstsza zmiana wartości średniej produkowanych wyrobów powstaje w wyniku zużycia się narzędzi, natomiast zmiana rozrzutu jest spowodowana powstaniem lub wzrostem luzów pomiędzy elementami maszyny.

Większe nagromadzenie punktów po jednej stronie linii centralnej, przekroczenie linii kontrolnych lub też rozsianie punktów po całym polu, świadczyłyby o tym, że rozkład kontrolowanej cechy uległ zmianie.

Istnieje podejrzenie, że średnia wartość cechy zmieniała się, jeżeli np:

- 7 kolejnych punktów znajdzie się po tej samej stronie linii centralnej,
- albo z 11 kolejnych punktów co najmniej 10 znajduje się po tej samej stronie tej linii.

Prawdopodobieństwo, że 7 kolejnych punktów znajdzie się po tej samej stronie linii centralnej wynosi:

$$2 \left(\frac{1}{2} \right)^7 = 2 \frac{1}{128} = \frac{1}{64} = 0,016 = 1,6\%$$

Prawdopodobieństwo, że co najmniej 10 z 11 kolejnych punktów znajdzie się po tej samej stronie linii centralnej wynosi:

$$2 \left(\frac{1}{2} \right)^{11} + 11 \left(\frac{1}{2} \right) \left(\frac{1}{2} \right)^{10} + 11 \left(\frac{1}{2} \right)^{10} \left(\frac{1}{2} \right) = \frac{24}{2048} = 0,0117 = 1,2\%$$

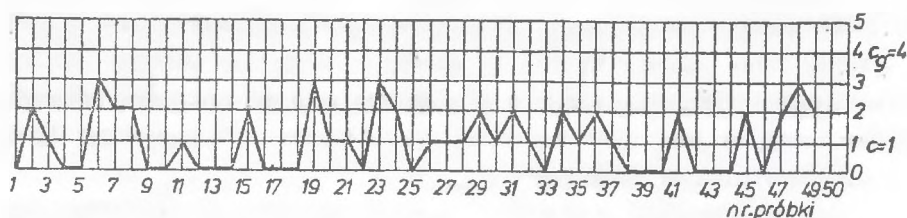
Prawdopodobieństwa te są tak małe, że jeżeli naprawdę taki przypadek się zdarzy, to skłonni będziemy przypuszczać, że raczej nastąpiła zmiana w warunkach produkcji. Jednak należy zauważyć, że prawdopodobieństwo otrzymania ciągu punktów po jednej stronie linii centralnej jest kilkakrotnie większe niż prawdopodobieństwo przekroczenia linii kontrolnej (przy wartości $t = 3$ prawdopodobieństwo to wynosi 0,27%). Z tego wynika, że

uważanie tego rodzaju ciągu punktów za sygnał zaszłyh zmian w procesie produkcyjnym, może prowadzić do zbyt częstego dociekania przyczyn zmian, w stosunku do granic trzysigmowych, które to przyczyny w istocie wcale nie zaszły.

Dlatego też zaleca się traktować tę sytuację tylko jako sygnał ostrzegający, że takie zmiany są możliwe, że wymagana jest czujność przy badaniu następnych próbek. Jedynie w przypadkach, gdy wartość tolerancji T jest bardzo bliska rzeczywistego rozrzutu procesu, a więc gdy szczególnie zależy nam na utrzymaniu średniej w bardzo wąskich granicach, należy to rozmieszczenie punktów po jednej stronie linii uważać za sygnał do akcji.

4.2. Metoda „c” liczby sztuk niedobrych (zwana kartą kontrolną „z”)

A. Dla nitów 5x40 o łbie kulistym (rys. 4)



Rys. 4. Wykres dla nitów 5x40. Metoda c liczby sztuk niedobrych.

Liczność próbki ustalono w oparciu o PN-55/M-03013 i na podstawie badań wstępnych przeprowadzonych na tłoczonych nitach. Dla kontrolowanych nitów licznosc próbki winna wynosić 50 sztuk. Ustalając na podstawie badań wstępnych wadliwość produkcji $\bar{w}$ równą 0,02 i licznosc próbki $n = 50$ sztuk określamy średnią liczbę sztuk niedobrych w próbce.

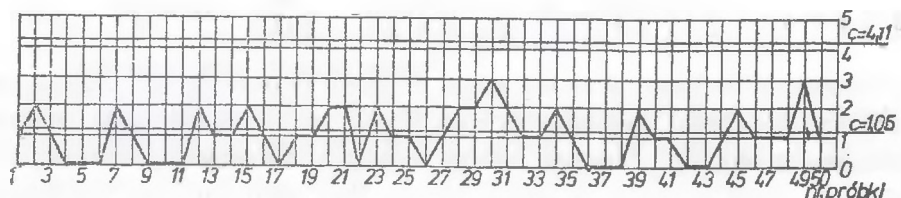
$$c = n \bar{w} = 50 \times 0,02 = 1,0$$

Górna linia kontrolna wyniesie:

$$c_g = c + 3\sqrt{c} = 1 + 3 = 4$$

Dolną linię kontrolną przyjmujemy na wysokości zera.

B. Dla nakrętek M20 sześciokątnych (rys. 5)



Rys. 5. Wykres dla nakrętek M20. Metoda c liczby sztuk niedobrych.

Podobnie jak przy nitach ustalamy licznosc próbki i wadliwosci produkcji.

Wielkości te odpowiednio wynoszą:

$$n = 70 \text{ sztuk i } \bar{w} = 0,015$$

Liczba sztuk niedobrych w próbce wynosi:

$$c = n \cdot \bar{w} = 0,015 = 1,05$$

Górna linia kontrolna wynosi:

$$c_g = c + 3 \cdot \sqrt{c} = 1,05 + 3,06 = 4,11$$

Dolną linię kontrolną przyjmujemy na wysokość zera.

Analizując otrzymane wykresy możemy stwierdzić, że przebiegający proces technologiczny jest uregulowany.

4.3. Rewizja położenia linii centralnej i linii kontrolnych

Próbne granice kontrolne służyły do określenia, czy dotychczasowa produkcja była ustabilizowana. Dalsze stosowanie kart kontrolnych w ten sposób, aby każdy nieregularny punkt dawał w miarę możliwości i podejmowania kroków do ich wyeliminowania, może wymagać rewizji granic.

Jeżeli dotychczasowy proces byłby tak ustabilizowany, że zarówno średnia, rozrzut, czy też liczba sztuk niedobrych w próbce były zadawalające z punktu widzenia przepisanych granic, należy przy dalszej produkcji zachować próbne granice kontrolne. W miarę napływu dalszych obserwacji można od czasu do czasu dokonywać przeglądu tych granic i w razie potrzeby przeprowadzić ich rewizję. Przeglądy powinno się przeprowadzać w pewnych określonych odstępach czasu, np. co tydzień czy co miesiąc, albo też po zbadaniu każdych 25, 50, czy 100 próbek.

5. Losowy wybór próbki do badania

Warunkiem otrzymania właściwych wyników badania jakości wyrobów w czasie produkcji, jak i po jej zakończeniu, jest reprezentatywność próbki, tzn. że struktura próbki winna być możliwie najbardziej zbliżona do struktury całej partii wyrobu.

Przez próbkę wyrobu rozumiemy zbiór sztuk wylosowanych z partii wyrobu dla reprezentowania tej partii przy kontrolowaniu jakości.

Aby próbka była reprezentatywna dla całej partii wymaga to specjalnego sposobu doboru, czy wylosowania tej próbki z partii wyrobu.

W praktyce używa się dwóch sposobów wyboru próbki:

- przez losowanie – jest to wybór przypadkowy, dający każdej jednostce badanej zbiorowości w zasadzie te same szanse wylosowania,

– wybór celowy – wybór według ustalonych pewnych kryteriów.

Losowy wybór poszczególnych sztuk wyrobu do próbki zabezpiecza nam lepszą reprezentatywność próbki niż wybór celowy. Cechą charakterystyczną wyboru losowego jest to, że o tym czy dana sztuka wejdzie do próby, decyduje wynik pewnego losowania. Przy wyborze losowym nie można z góry przewidzieć, które sztuki z partii wyrobu znajdą się w próbie. Jednak potrafimy ustalić jakie jest dla danej sztuki prawdopodobieństwo, że znajdzie się ona w próbce. Stosując wybór losowy, możemy zaplanować z góry odpowiednią wielkość próby, która będzie gwarantowała żadaną dokładność oszacowań opartych na próbce. Nie możemy tego samego dokonać stosując wybór celowy. Metody losowania mogą mieć różną rolę i jest ich dużo. Jedne zmierzają do powiększenia dokładności szacunku statystycznego, inne znów mogą czasem zmniejszać dokładność, ale muszą być stosowane ze względów technicznych, czy też innych.

Masowa produkcja części złącznych pociąga za sobą odpowiednie wymagania w odniesieniu do losowania. Z uwagi na to, że maszyny produkujące części złączne odznaczają się zwykle dużą wydajnością, oraz że niezgodność wymiarowa wyrobu z wymaganymi tolerancjami, lub też inne wady o charakterze niemierzalnym, powodują brak nienaprawialny, winniśmy szczególnie wnikliwie dobrać metodę losowania, licznosc i częstość pobierania próbki.

Próbkę losową możemy pobierać dwoma sposobami. Pierwszy sposób polega na tym, że w określonym odstępie czasu pobieramy wyroby bezpośrednio spadające spod narzędzia do kanału zsyrowego.

Natomiast drugi sposób opiera się na pobieraniu losowo w określonym odstępie czasu (wybór ślepy) dowolnej sztuki ze zbiornika znajdującego się pod kanałem zsyrowym maszyny, tworząc w ten sposób próbkę.

Jakkolwiek pierwszy sposób jest bardziej praktyczny, to jednak nie jest w ścisłym znaczeniu – losowy. Zaleca się stosowanie drugiego sposobu z tym, że w masowej produkcji części złącznych pojedyncze sztuki winny wpadać bezpośrednio z narzędzi do mniejszych zbiorników i dopiero po kontroli pobranej próbki należy przesypać je do zbiorników transportowych. Jeśli próbka zasygnalizuje nam produkcję wadliwą, to mały zbiornik winniśmy przekazać natychmiast do przebrania, a maszynę na nowo nastawić, względnie źle produkujące narzędzia wymienić.

Na podstawie rachunku prawdopodobieństwa możemy powiedzieć, że im większa jest licznosc próbki, tym mniejsze przesunięcie średniej zostanie zasygnalizowane z tym samym prawdopodobieństwem. Jednak duża licznosc próbki pociąga za sobą duży koszt kontroli i jest ograniczona czasowo okresem pomiędzy kolejnymi próbkami. Na podstawie praktyki większość autorów wypowiada się za próbkami o licznosci 4 lub 5 sztuk. Nie można

podać ogólnych prawideł co do częstości pobierania próbek. W każdym przypadku decyzja zależy od zalet takiego czy innego trybu postępowania, przy czym trzeba brać pod uwagę zarówno koszty wykonywania i analizy pomiarów, jak i korzyści, jakie mogą dać przedsięwzięcia oparte na kartach kontrolnych. W początkowym stadium stosowania kart kontrolnych do analizy procesu celem szybszego wyciągnięcia wniosków częściej pobieramy próbki. Później, po ustaleniu źródeł trudności i usunięciu zakłóceń, gdy funkcja karty kontrolnej sprowadza się do utrzymywania stabilności procesu technologicznego w bieżącej produkcji, może być wskazane zredukowanie częstotliwości pobierania próbek.

Częstość pobierania próbki można wyznaczyć ze wzoru, który zakłada, że częstość ta wynika z dwóch przyjętych wartości: liczności tej części produkcji, która podlega zbadaniu oraz liczności próbek.

$$T = \frac{6000 \cdot n \cdot t}{N \cdot p} \quad (\text{minut})$$

gdzie:

N – ilość sztuk produkcji w ciągu t godzin

n – liczność próbki

p – procent produkcji podlegający kontroli

W przypadku badanej produkcji nitów i nakrętek częstość ta wyniesie:

$$T = \frac{6000 \cdot 5 \cdot 8}{40000 \cdot 0,2} = 30 \text{ minut}$$

Literatura fachowa z zakresu śrubiarstwa (4) podaje wartość p dla produkcji śrub znormalizowanych w granicach 0,08% do 0,3%.

Należy tutaj wspomnieć o możliwości wyznaczenia liczności i czasookresu pobierania próbki metodą opracowaną przez R. Cavego.

6. Wnioski

Bezpośrednią konsekwencją wprowadzenia statystycznej kontroli jakości w czasie produkcji w zakładzie będzie zaostrezenie dyscypliny technologicznej, a pośrednio – lepsze wykorzystanie maszyn i urządzeń, większa gwarancja terminowego wykonania planu, oszczędność materiałów, energii i sił ludzkich oraz szereg innych korzyści.

Kontrolę tę należy zastosować w bardzo szerokim zakresie w masowej produkcji wyrobów śrubowych. Istnieje niesłuszne przekonanie, że przeszkodą w rozpowszechnianiu metod statystycznej kontroli jakości jest jej strona matematyczna.

Zakres wiadomości z matematyki niezbędny do zastosowania metod kontroli statystycznej na stanowisku pracy w zakładzie przemysłowym (już po dopracowaniu) nie wykracza poza zwykłą arytmetykę.

Jeżeli dodatkowo wyposaży się wykonawcę w aparaturę kontrolną i prawidłowy program kontroli, zawierający między innymi arkusz analizy struktury wad, to prowadzona przez niego kontrola (samokontrola) umożliwi zarówno szybką interwencję w wypadku powstawania wad, jak i pogłębianie kwalifikacji zawodowych w zakresie wykonywanej czynności. Chcąc otrzymać poprawne wyniki analizowanego procesu technologicznego należy:

1. Podjąć decyzję co do metody wyboru próby i innych kwestii związanych z badaniem statystycznym, określić warunki dotyczące dokładności planowanego badania, a więc określić żadaną dokładność z jaką należy szacować odpowiednie nieznane wartości parametrów badanej partii produkcji.
 - przyjęty schemat losowania próby, winien być najefektywniejszy, natomiast ustalona minimalna liczebność próby winna nam zabezpieczyć żądany stopień dokładności oszacowań nieznanych parametrów z badanej partii produkcji;
 - wybór parametru statystycznego, za pomocą którego będzie kontrolowany przebieg procesu technologicznego, zależy od ilości ocenianych cech wyrobu oraz od sposobu ich oceny;
 - wybór metody kontroli zależy od: ilości badanych właściwości, sposobu ich oceny, posiadanych narzędzi mierniczych, wyszkolenia personelu i innych.
2. Statystyczną kontrolę jakości przeprowadzać wcześniej przygotowanymi etapami, zabezpieczającymi właściwe prowadzenie podjętego przedsięwzięcia.
3. Opracować szczegółowe instrukcje kontrolne i tylko w oparciu o nie prowadzić bieżącą statystyczną kontrolę jakości.
4. Przeprowadzić badanie dokładności maszyn i ich dostosowania do wymaganej dokładności wyrobu i procesu technologicznego.
5. Przy ustaleniu odstępów czasu między pobieranymi próbkami, zaobserwować zmiany zachodzące w produkcji, badając kolejno lub w pewnych odstępach czasu poszczególne sztuki, dla stwierdzenia okresowości zmian zachodzących w danej produkcji.
6. Po otrzymaniu sygnału na karcie kontrolnej, przystąpić natychmiast do działania i w zależności od rodzaju sygnału, przejść przez wszystkie etapy działania lub przez niektóre z nich pomijając inne nieistotne w danych warunkach.

Recenzent: prof. dr hab. Stanisław Tkaczyk