

Flizikowski Józef
Katedra Maszyn Spożywczych i Ochrony Środowiska
Wydział Mechaniczny ATR w Bydgoszczy

Integron – model konstrukcji rozdrabniacza

Streszczenie:

W pracy zaprezentowano integron, tj. model matematyczny przebiegów i wartości chwilowych, średnich i odchyłeń standardowych celowego, energetycznego i piętrowego kształtowania przekrojów, sił i energii rozdrabniania w kreowaniu, za pomocą algorytmów genetycznych (AG-AI), innowacyjnych rozwiązań konstrukcji wielotarczowych rozdrabniaczy nasion.

Słowa kluczowe: model, rozdrabniacz, konstrukcja

Wprowadzenie

Lepsza konstrukcja maszyny, podobnie jak każda zmiana ewolucyjna - bez względu na zakres - jest przypadkowa, bo zdeterminowana przez przypadkową zmianę koncepcji, modelu matematycznego (DNA). Konstrukcja jako hiperstruktura, jest to informacyjny zapis struktury wyższego rzędu na odpowiednim nośniku materialnym. Odpowiednim, to znaczy zapewniającym dostateczną niezależność treści zapisu od substratu. Na tym polega znaczenie tak podkreślonej przez Jacoba liniowości DNA (koncepcji, modelu matematycznego), w którym sekwencja nukleotydów (hiperstruktura) nie zależy od jego fizyko-chemicznych własności.

Rozwojem konstrukcji, jako hiperstruktury rozdrabniaczy, rządzą następujące zasady [Elżanowski 1974]: celowości, energii (działania) minimum, autoregulacji i piętrowej konstrukcji.

Celowość wykazuje nie tylko maszyna, cały organizm, ale każda jej część wypełniająca pewną funkcję w dynamicznym układzie zdolnym do rozwoju.

Zasada energii minimum wyraża się w tym, że wszystkie reakcje zachodzące w maszynie, przebiegają zawsze w kierunku zmniejszenia energii swobodnej.

Regulacja dokonuje się poprzez zmiany szybkości wzajemnych oddziaływań, wyrównywania potencjałów, reakcji chemicznych.

Piętrowa konstrukcja polega na tym, że każdy układ maszynowy, biologiczny zbudowany jest z elementów (jednostek), które połączone są w jednostki następnego rzędu itd. od molekuł po populacje organizmów. Zatem każda jednostka zbudowana jest z podjednostek, podjednostki te ze swych podjednostek itd.

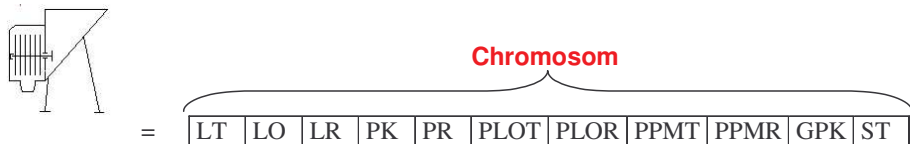
Każdą z takich jednostek zbudowaną z podjednostek nazywa Jacob *integronem* [Elżanowski 1974]. *Integron* złożony jest z jednostek „o rozmiarach stosunkowo dobrze określonych i strukturach prawie identycznych” [Elżanowski 1974]. „Własności *integronu* określone są przez strukturę tworzących go jednostek, a jego zmienność postaciowo-fizyczna (morfofizjologiczna), spowodowana jest różnorodnością środowisk” – to centralna teza Jacoba. Różnorodność i złożoność tworzą się przez prostą kombinatorykę [Elżanowski 1974, Flizikowski 2002, Projekt implementacji 2003]. Między światem żywym i martwym nie ma różnicy w ich naturach, **różnica leży w złożoności** [Elżanowski 1974]. „Gdyby metabolizm zachodził

w wyniku spontanicznych i prawdopodobnych reakcji, organizm by się spalił jak układ (maszynowy) pozbawiony regulatora” [Elżanowski 1974, Projekt implementacji 2003].

Morfofizjologiczna organizacja określona jest całkowicie i jednoznacznie przez model matematyczny.

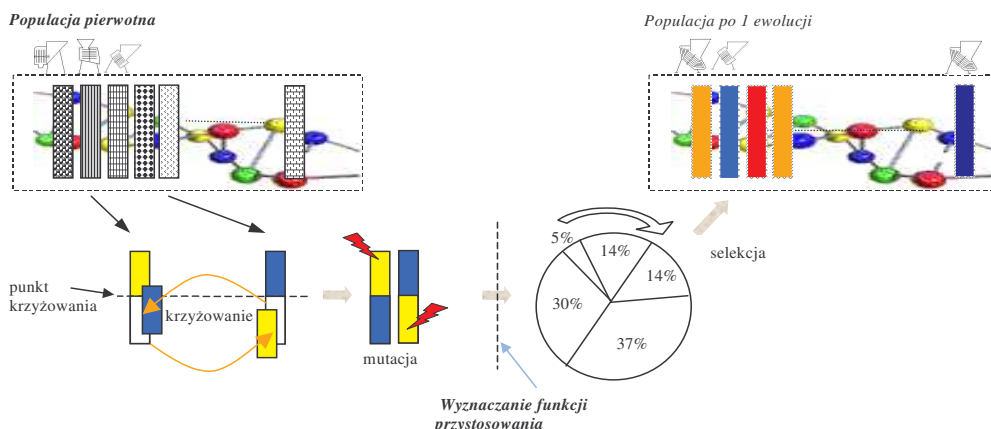
Model rozwoju konstrukcji

Z ogólnych właściwości maszyny jako organizmu żywego (rys.1), że jest ona układem homeostatycznym i przeciwentropowym, wynika konieczność zachowania tego stanu przez dłuższy okres czasu. Ewolucji podlegają populacje i gatunki, a nie osobniki. Osobniki żyją stosunkowo krótko, podczas gdy populacje i gatunek odznaczają się ciągłością i długowiecznością [Elżanowski 1974, Halicz 1976]. Każdy chromosom w populacji rozdrabniaczy wielotarczowych, wielokrawędziowych (zbiórze dopuszczalnym, konstrukcyjnym) można przedstawić w postaci pokazanej na rys.1.



Rys.1. Rozdrabniacz wielotarczowy, jako organizm żywy; LT – liczba tarcz, LO – liczba otworów w pierwszym rzędzie pierwszej tarczy, LR – liczba rzędów, PK – prędkość kątowna, PR – promień rzędu, PLOT – przyrost liczby otworów między tarczami, PLOR - przyrost liczby otworów między rzędami, PPMT – przyrost promienia rzędów między tarczami, PPMR – przyrost promienia rzędów w tarczy, GPK – gradient prędkości kątowej, ST – średnica tarcz.

Fig.1. Multi-disk crusher as a living organism; LT – a number of disks, LO – a number of holes in the first row of the first disk, LR – a number of rows, PK – angular velocity, PR – radius of a row, PLOT – increase in a number of holes between disks, PLOR - increase in a number of holes between rows, PPMT – increase in a radius of rows between disks, PPMR – increase in a radius of rows in a disk, GPK – gradient of angular velocity, ST – diameter of disks.



Rys.2: Schemat działania algorytmu genetycznego
 Fig.2: Functional diagram of a genetic algorithm

Pod względem genetycznym populacja składa się z osobników tworzących pulę genów, która stanowi materiał do ewolucji (rys.2) [Projekt implementacji 2003].

Jeżeli *krzyżowanie* się osobników zachodzi losowo, kombinują się również losowo gamety i allele, tworząc układy występujące z określoną częstotliwością.

Powstawanie pewnych nowych cech dziedzicznych, które stają się źródłem zmienności organizmów, nazywane jest natomiast *mutacją*.

Jeżeli powstała mutacja jest szkodliwa i przedstawia allel dominujący, szkodliwość od razu przejawia się w fenotypie, który w końcowym efekcie zostanie wyeliminowany, podlega *selekcji*. Dodatkowym zagadnieniem ewolucyjnie szersza.

W rozwoju genetycznym konstrukcji, wg programu IE_TEST-07_BIO [Projekt implementacji 2003], są funkcje przystosowania (elastyczności) do: działania, otoczenia, warunków wytwarzania, użytkowania, obsługiwanie, zasilania, monitorowania, diagnozowania itd.

Model matematyczny w dwóch płaszczyznach- integron poziomy:

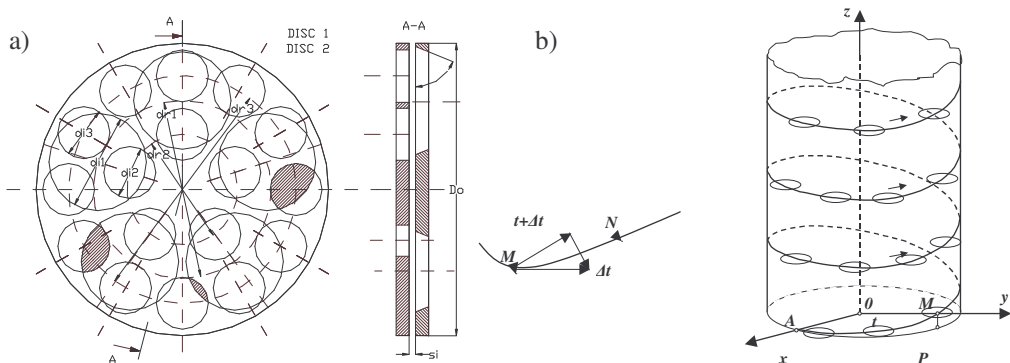
Przy wyznaczaniu integronu, podczas modelowania poziomu rozdrabniania korzystano w pierwszym etapie z całkowania chwilowego przekroju rozdrabniania (rys.3a).

$$F_R = \int_{x_1}^{x_2} \left\{ b_2 + \left[R^2 - (x - a_2)^2 \right]^{1/2} \right\} dx - \int_{x_1}^{x_2} \left\{ b_1 - \left[R^2 - (x - a_1)^2 \right]^{1/2} \right\} dx \quad (1)$$

gdzie:

a_1, a_2, b_1, b_2 - współrzędne otworów,
 R - promień otworów.

Postępowanie takie jest trudne ze względu na długi czas liczenia powierzchni rozdrabniania dla dużej liczby otworów w tarczach i dużej liczby tarcz.



Rys.3. Relacje i pole powierzchni między krawędziami licznych otworów; a) na dwóch piętrach; integron - podjednostka celowa, energetyczna, piętrowa, b) krzywizna i skręcenie *integronu* pionowo-poziomego
 Fig.3. Relations and a surface area between edges of numerous holes; a) on two stores; integron – target, energy, stored subunit, b) curvature and torsion of vertical-horizontal *integron*

Postanowiono, dla podwyższenia efektywności obliczeń komputerowych, skorzystać z geometrycznych zależności na obliczanie odcinka koła [Projekt implementacji 2003]:

$$F_R = \left\{ \left(2 \arctg \frac{\left[1 - \left(\frac{w}{2R} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}{\frac{w}{2R}} - \frac{w}{4R} \left[1 - \left(\frac{w}{2R} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right) \right\} R^2 \quad (2)$$

Integron pionowo-poziomy (skośny) krzywizna i skręcanie (torsja):

Krzywizną K krzywej integronu skośnego w punkcie M nazywamy liczbę, która charakteryzuje odchylenie krzywej (w małej jej części zawierającej punkt M) od linii prostej (rys.3b);

$$K = \lim_{MN \rightarrow 0} \frac{\Delta t}{MN} = \left| \frac{dt}{ds} \right|. \quad (3)$$

Promień krzywizny $\rho=1/K$; K i ρ dla krzywych przestrzennych są zawsze dodatnie.

Dla integronów konstrukcji utworzonych w linii śrubowej, skręcenie T jest wielkością stałą. Dla linii śrubowej prawoskrętnej, (gdy $b>0$) skręcenie T wynosi [Projekt implementacji 2003]:

$$T = \left(\frac{a^2 + b^2}{a} \right)^2 \frac{\begin{vmatrix} -a \sin t - a \cos t & b \\ -a \sin t & -a \cos t & 0 \\ a \sin t & -a \cos t & 0 \end{vmatrix}}{\left[(-a \sin t)^2 + (a \cos t)^2 + b^2 \right]^{\frac{3}{2}}} = \frac{b}{a^2 + b^2}, \quad \tau = \frac{a^2 + b^2}{b}. \quad (4)$$

Dla linii śrubowej lewoskrętnej, (gdy $b<0$) skręcenie T jest ujemne.

Pochodne wektorów t , n i b względem parametru s możemy obliczyć za pomocą następujących wzorów *Serre-Freneta* [Projekt implementacji 2003]:

$$\frac{dt}{ds} = \frac{n}{\rho}, \quad \frac{dn}{ds} = \frac{t}{\rho} - \frac{b}{\tau}, \quad \frac{db}{ds} = -\frac{n}{\tau}, \quad (5)$$

gdzie: ρ jest promieniem krzywizny, a τ promieniem skręcenia.

Ze względu na złożony, ale matematycznie wyznaczalny charakter obliczeń integronu: przekroju, oporów i jednostkowego zużycia energii na rozdrabnianie wielotarczowe, estymatory energii minimum przybierają postać [Projekt implementacji 2003]:

- minimalnej różnicy przekrojów dla rozpatrywanego przedziału czasu:

$$\Delta F = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{F_{\dot{s}r}} \square 0 \quad (6)$$

- minimum energii bezwzględnej na rozdrabnianie:

$$E_R \square E_{Rmin} \quad (7)$$

- minimalnej różnicy energii na rozdrabnianie, dla rozpatrywanego przedziału czasu:

$$\Delta E_R = \frac{E_{R\max} - E_{R\min}}{E_{R\dot{s}r}} \square 0 \quad (8)$$

Rozwiązanie

Zadanie minimalizacji odchylenia standardowego wybranego integronu, np. wartości przekroju rozdrabniania dla grupy danych, można w prosty sposób przekształcić

w zadanie maksymalizacji – jest to zgodne z założonym sposobem wykorzystania/interpretowania funkcji przystosowania: im większa jej wartość tym lepsze rozwiązanie. W programie IE_TEST-07_BIO [Projekt implementacji 2003], istnieje opcja wyboru przez użytkownika sposobu liczenia odchyleń od średniej:

- odchylenie standardowe,
- wartość bezwzględna z połowy różnicy pomiędzy wartościami ekstremalnymi.

Algorytm genetyczny charakteryzują dwie podstawowe informacje konfigurowalne

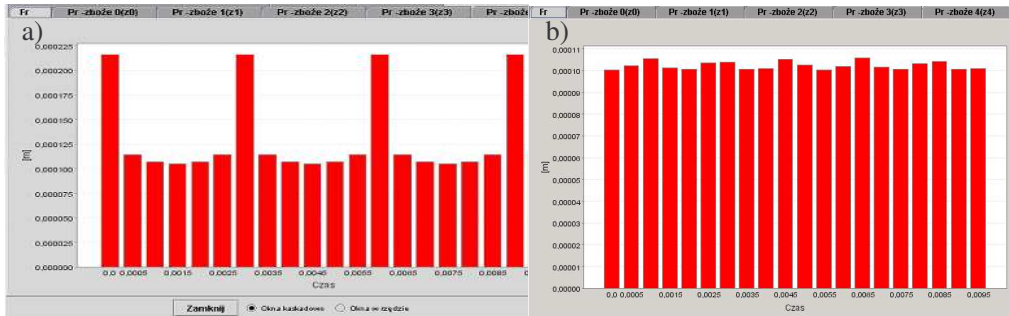
z poziomu programu:

- wielkość populacji,
- liczba generacji (tur).

Domyślne ustawienia algorytmu to 500 osobników w populacji oraz 10 generacji algorytmu. Nie należy jednak traktować tych ustawień jako jedynych zbiorów

w poszukiwaniach optymalizacyjnych. Z obserwacji dla ustawień (500,10) wynika, że rozwiązania innowacyjne pojawiają się około 5-6- tej iteracji. Aby zwiększyć jakość potencjalnego rozwiązania można ustawić bardzo dużą liczbę iteracji, a to pociąga za sobą znaczne wydłużenie czasu obliczeń.

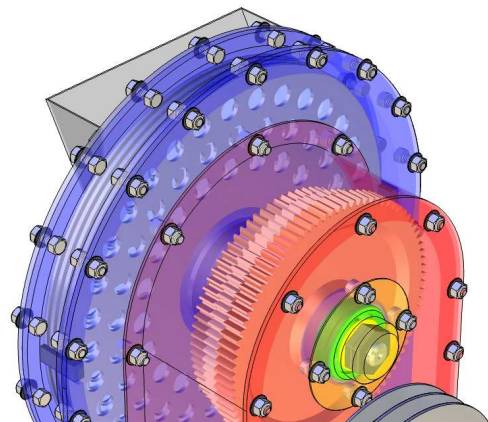
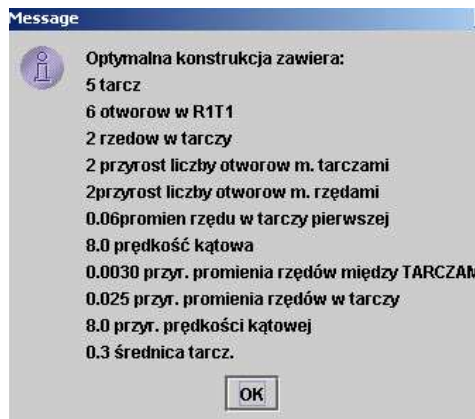
Przykładowe wykresy dla konstrukcji różniących się przyrostem liczby otworów między tarczami (PLOT) o jednostkową wartość zostały przedstawione na rys.4.



Rys.4 Chwilowe przekroje rozdrabniania, dla; a) przyrostu otworów między tarczami PLOT= 2, b) PLOT=1

Fig.4 Instantaneous sections of crushing, for; a) an increase in a number of holes between disks PLOT= 2, b) PLOT=1

Widać, że na rysunku (rys.4a) pojawiają się charakterystyczne, okresowe piki, bardzo niekorzystne z punktu widzenia efektywności energetycznej procesu. Natomiast zmniejszenie liczby otworów stanowiącej przyrost pomiędzy tarczami o wartość 1, powoduje, że rozwiązanie jest suboptymalne, ze względu na kryterium minimalnego przyrostu przekroju oraz efektywności energetycznej.



Rys.5. Rozwiązanie optymalne konstrukcji 5-cio tarczowego rozdrabniacza ziaren zbóż; LT=5, LO=6, LR=2, PK=8,0 rad.s⁻¹, PR=0,06m, PLOT=2, PLOR=2, PPMT=0,003m, PPMR=0,025, GPK=8,0 rad.s⁻¹, ST=0,3m

Fig.5. Optimum design for a 5-disk crusher of cereal grains; LT=5, LO=6, LR=2, PK=8.0 rad.s⁻¹, PR=0.06m, PLOT=2, PLOR=2, PPMT=0.003m, PPMR=0.025, GPK=8.0 rad.s⁻¹, ST=0.3m

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych rozważań, postępowania w kierunku określenia analogii biologiczno – technologicznych, poszukiwania modelu integronu ewolucji, postępu i rozwoju konstrukcji wielotarczowych rozdrabniaczy materiałów biologicznych, można sformułować pewne uogólnienia i wnioski;

1. Dla zaistnienia warunków sprzyjających wykorzystaniu osiągnięć nauk biologicznych we wspomaganiu konstrukcji rozdrabniaczy konieczne jest odkrycie i ustalenie relacji: życie-konstrukcja, w zakresie zagadnień fizycznych, środowiskowych, następstw działania, oraz że konstrukcje rozdrabniaczy jako podjednostki są znakami stopnia drugiego, celowo przetwarzanymi dla dodatniego postępu inżynierii rozdrabniania.
2. Dodatkowym miernikiem jakości rozwiązania, w przypadku optymalizacji konstrukcji, ze względu na integron skośny przekroju rozdrabniania, jest wartość średnia przekroju dla wszystkich iteracji w pojedynczej symulacji. Znaczący to, że potencjalnie interesujące rozwiązanie powinno charakteryzować się minimalnymi zmianami przekroju w „całkowitym cyklu życia” oraz jego wysoką wartością średnią.
3. Dzięki zastosowaniu procedury IE_TEST-07_BIO wykorzystującej algorytmy genetyczne, w polu przyjętych założeń, uzyskano rozwiązanie optymalne konstrukcji: 5-cio tarczowego rozdrabniacza ziaren zbóż w warunkach integronu.

Pracę wykonano w ramach projekt MNil w Warszawie , (Komitet Badań Naukowych) realizowanego w latach 2002-2004

Bibliografia

Elżanowski A.: Struktura i historia według François Jacoba. Ewolucja biologiczna, Ossolineum PAN 1974, s.307-328

Flizikowski J., Flizikowski A., Kamyk W.: Ontologia i rozwój konstrukcji rozdrabniaczy żywności. INŻYNIERIA MASZYN v.20, Bydgoszcz 2003, s.223-226

Flizikowski J.: Rozprawa o konstrukcji. ITEE, Radom 2002

Halicz B.: Podstawy biologii. PWN, Warszawa 1976

Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L.: Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte. PWN, Warszawa 1999.

Projekt implementacji inteligentnego systemu wspomagania konstrukcji młynów, szczególnie wielotarczowych IE_TEST-07_BIO. Cz. I i II Opracowanie NMG, Bydgoszcz 2003

Integron – as model of grinder constructions

Summary:

In the work was presented the role of integron's - time and mean values of the area, force as well as energy as genetically algorithm (GA-AI - artificial intelligence) innovation estimators of multiple disc grain grinders constructions.

Key words: model, grinder, constructions