

HENGERES DOBOZOK GURÍTÁSOS RENDEZÉSÉNEK ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI VIZSGÁLATA

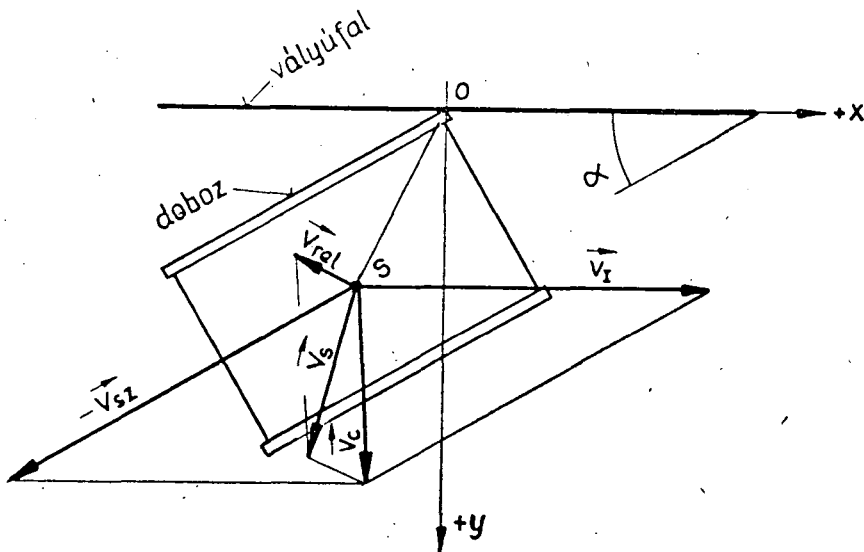
ŐZE JÓZSEF*

A hengeres dobozok csomagolási technológiájának egyik fontos művelete a megkövetelt helyzetbe rendezés. A hengeres dobozok rendezésénél igen gyakran alkalmaznak a gurításos módszert, melynek során a dobozok hengeres palástjuk alkotójával párhuzamos tengely körül gördülő mozgást végeznek. A mozgás vagy a saját súly hatására, vagy pedig valamely szállítóberendezés munkaszervének, pl. a szállítószalag hevederének hatására jön létre.

Jelen tanulmány a hengeres, 1/10-es méretű fémdobozok gurításos rendezésének elméleti és gyakorlati vizsgálatával ismerteti meg az olvasót.

A vizsgálatot szállítószalag esetére végeztük el. A szalag hossz tengelyéhez α szög alatt rendező vályúfalat helyeztünk el a szállítószalagtól független rögzítéssel.

A v_{sz} sebességgel mozgó szállítószalagra érkező, a palástfelületen gördülő doboznak a rendező vályúfallal érintkezésének pillanatát, és a doboz kinematikai viszonyait szemlélteti az 1. ábra a teljes rendszer fordított mozgásának esetén. A doboz:



1. ábra. A doboz kinematikai viszonyai az I. szakasz kezdeti pillanatában

* Géptan Tanszék

összetett mozgást végez: v_{sz} sebességgel mozdul a szállítószalag hatására, v_1 sebességgel fordul el a vályúfalon lévő érintkezési pontja körül. A sebességek összegeződésének eredményeképpen a doboz tömegközéppontja v_s sebességgel eredőirányú mozgást végez:

$$\vec{v}_s = \vec{v}_{sz} + \vec{v}_1 + \vec{v}_{rel} = \vec{v}_c + \vec{v}_{rel}.$$

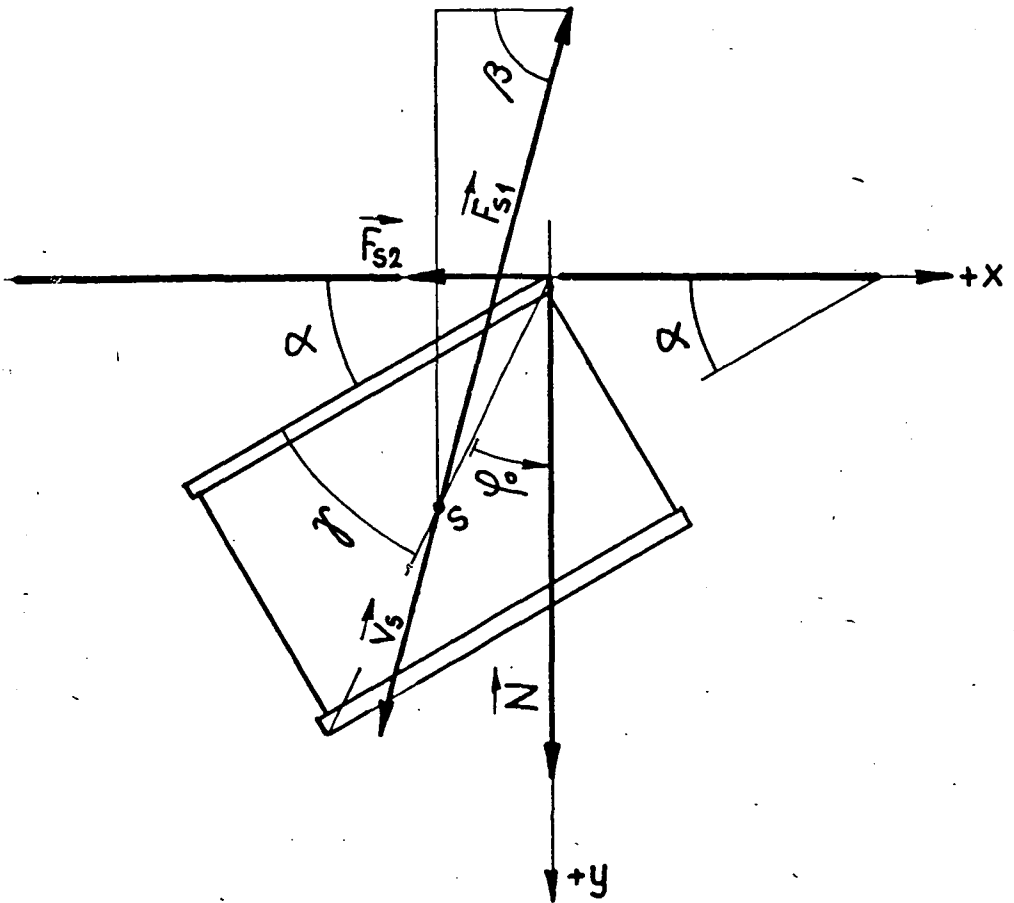
A doboz mozgását leíró kinetikai mozgásegyenleteket az 1. és 2. ábrán alkalmazott rendszerre írhatjuk fel. A 2. ábrán a doboz mozgása közben fellépő erőhatásokat és a mozgásviszonyokra jellemző szögeket jelöltük meg. A doboz mozgásánál fellépő erőhatások:

$$F_{s1} = G \cdot \mu_1$$

a szállítószalag és a dobozfelület között fellépő súrlódási erő,

$$F_{s2} = N \cdot \mu_2 = G \cdot \mu_1 \cdot \sin \beta \cdot \mu_2$$

a vályúfal és a dobozfelület között fellépő súrlódási erő.



2. ábra. A doboz kinetikai viszonyai az I. szakasz kezdeti pillanatában.

A doboz v_{rel} forgómozgás sebességvektorának irányítását a vályúfal és az F_{s1} erő iránya által közbezárt β szög határozza meg.

Ha a β szögre teljesül:

$$\beta > 90^\circ - \varphi_0 = \alpha + \gamma,$$

akkor a doboz az óramutató járásával megegyező értelemben fordul el. Ezt a helyzetet mutatja az 1. és 2. ábra. A doboz óramutató járásával ellentétes irányba elfordulását pedig a következő feltétel teljesülése határozza meg:

$$F_{s1} \cdot \frac{c}{2} \cdot \sin \beta \cdot \sin \varphi_0 < F_{s2} \cdot \frac{c}{2} \cdot \cos \varphi_0.$$

Behelyettesítések, átrendezés és egyszerűsítések után

$$\frac{\sin \varphi_0}{\cos \varphi_0} < \mu_2,$$

továbbá a 2. ábra szerint $\alpha > 90^\circ - (\gamma + \varphi_0)$, és végül

$$\alpha > 90^\circ - \arctg \frac{h + \mu_2 \cdot d}{d - \mu_2 \cdot h}.$$

Az egyenlőtlenség arra utal, hogy a rendező vályúfal felületének érdessége alapvetően befolyásolja a rendezés folyamatát. Ez utóbbi egyenlőtlenségben alkalmazott jelölések: h — a doboz magassági mérete; d — a doboz átmérő mérete. A két méretből határozhatjuk meg a doboz átlóirányú méretét: c ;

A RENDEZÉS PARAMÉTEREINEK MEGHATÁROZÁSA

A doboz rendezésének folyamatát három szakaszra bontjuk:

I. szakasz: a doboz a vályúfalon ütközik, majd az ütközési pont körül elfordul, és alaplapjával befordul a vályúfállal párhuzamos helyzetbe. (Lásd 5. ábra I...II helyzet)

II. szakasz: A doboz a vályúfal mentén mozog amíg olyan helyzetbe nem kerül, amelyben F_{s1} erő hatásvonalja átmegy a vályúfal töréspontján, vagyis az átbillenés határhelyzetébe. (Lásd 5. ábra II...III helyzet.)

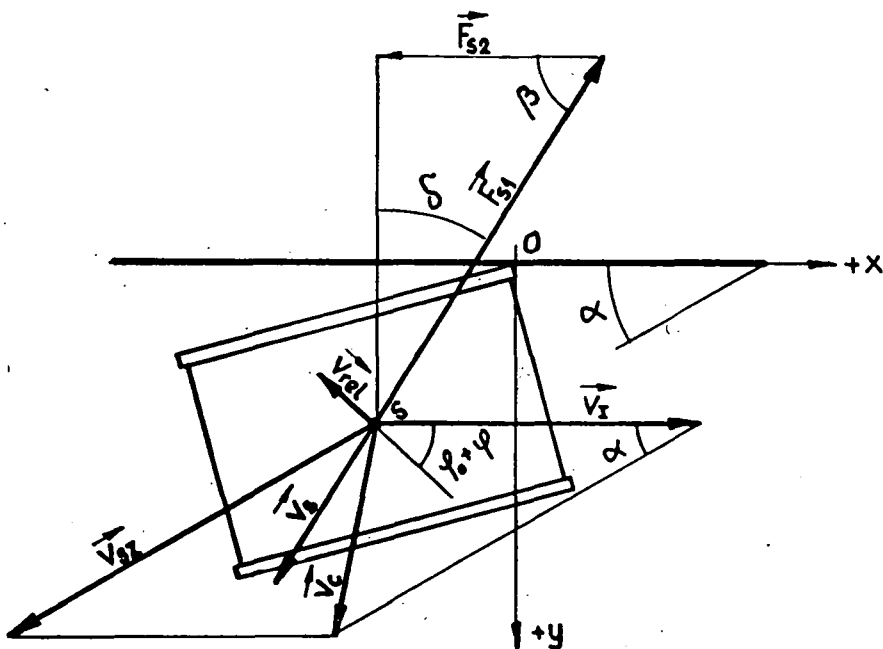
III. szakasz: A doboz átbillen a vályúfal töréspontja körül és ezzel a kívánt rendezett helyzetbe kerül.

I. szakasz paramétereinek meghatározása

A kinematikai és kinetikai viszonyokat a 3. ábrán vázoltuk. Feladatunk az adott rendezési szakaszon végbemenő folyamat időtartamának meghatározása: t_1

A \vec{v}_{sz} , \vec{v}_1 , \vec{v}_c sebességvektorok alkotta vektorháromszögből:

$$v_c \cong v_{sz} \cdot \sin \alpha; v_{rel} = \frac{c}{2} \cdot \varphi_1$$



3. ábra. A doboz kinematikai-kinetikai viszonyai az I. szakaszban.

alapján

$$\frac{v_c}{v_{rel}} = \frac{v_c}{\frac{c}{2} \cdot \dot{\varphi}_1} = \frac{v_{sz} \cdot \sin \alpha}{\frac{c}{2} \cdot \dot{\varphi}_1},$$

továbbá a \vec{v}_c , \vec{v}_{rel} , \vec{v}_s sebességvektorok alkotta vektorháromszögből,

$$\frac{v_c}{v_{rel}} = \frac{\sin(\beta + \varphi_0 + \varphi)}{\sin(90^\circ - \beta)} = \frac{\sin(\beta + \varphi_0 + \varphi)}{\cos \beta},$$

a két összefüggés alapján kapjuk a doboz szögsebességének kifejezését:

$$\dot{\varphi}_1 = \frac{2 \cdot v_{sz} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta}{c \cdot \sin(\beta + \varphi_0 + \varphi)},$$

majd kijelölve az integrálási műveletet az I. szakaszra, felírjuk a rendezés I. szakaszának lefolyásához szükséges időtartam képletét:

$$t_1 = \frac{c}{2 \cdot v_{sz} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta} \int_0^{\varphi_1} \sin(\beta + \varphi_0 + \varphi) d\varphi$$

és végül:

$$t_1 = \frac{c \cdot [\cos(\beta + \varphi_0) - \cos(\beta + \varphi_0 + \varphi)]}{2 \cdot v_{sz} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta}.$$

A rendezés I. szakaszához szükséges vályúfalhosszat a t_1 időtartam és a vályúfal menti sebesség v_1 határozza meg. Mivel v_1 meghatározható a \vec{v}_{sz} , \vec{v}_c , \vec{v}_1 vektorháromszögből:

$$v_1 = \dot{x}_1 = v_{sz} \cdot \cos \alpha.$$

Ezért az I. szakaszon a szükséges vályúfalhossz:

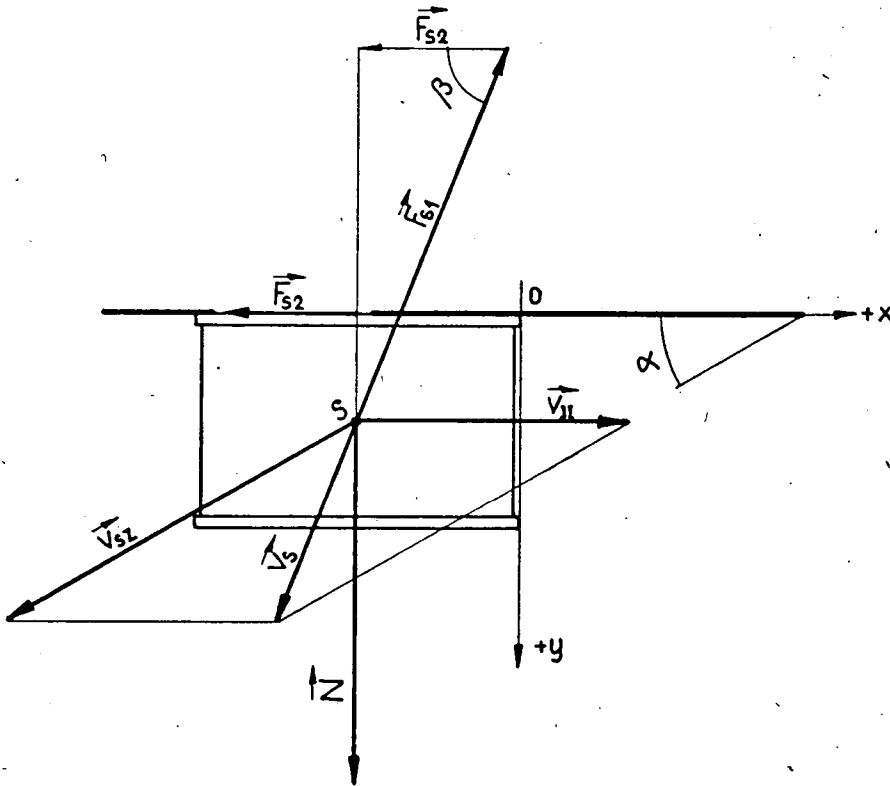
$$l_1 = v_{sz} \cdot \cos \alpha \cdot t_1.$$

II. szakasz paramétereinek meghatározása

A kinematikai és kinetikai viszonyokat a 4. ábrán vázoltuk. Feladatunk ez esetben is a rendezés időtartamának, és a szükséges vályúfalhosszának a meghatározása. Ehhez felhasználjuk az 5. ábra jelöléseit is.

A 4. ábrán vázolt \vec{v}_{sz} , \vec{v}_c , \vec{v}_{II} sebességvektorok alkotta vektorháromszögből:

$$\frac{v_{II}}{\sin(\beta - \alpha)} = \frac{v_{sz}}{\sin \beta} \quad \text{és} \quad v_{II} = \dot{x}_{II} = v_{sz} \cdot \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\sin \beta},$$



4. ábra. A doboz kinematikai-kinetikai viszonyai a II. szakaszban.

vagyis a doboz vályúfal menti sebessége a II. szakaszban, melynek behelyettesítésével kapjuk:

$$t_{II} = \frac{l_{II}}{\dot{x}_{II}} = \frac{[L - l_1 + 0,5 \cdot d - l_1] \sin \beta}{v_{sz} \cdot \sin(\beta - \alpha)},$$

ahol az 5. ábra jelölései alapján: $l_{II} = L - l_1 + 0,5 \cdot d - l_1$ és $l_1 = 0,5 \cdot h \cdot \operatorname{ctg} \beta = \mu_2 \cdot 0,5 \cdot h$

III. szakasz paramétereinek meghatározása (5. ábra)

A számítások egyszerűsítése végett feltételezzük, hogy a doboz sebessége a vályúfal mentén v_{II} és v_{sz} számtani középértékével egyenlő, azaz

$$\dot{x}_{III} = v_{III} = \frac{\dot{x}_{II} + v_{sz}}{2},$$

A III. szakasz hossza: $l_{III} = 0,5 \cdot d + l_1 = 0,5 \cdot (d + \mu_2 \cdot h)$
az elmozdulás időtartama pedig

$$t_{III} = \frac{l_{III}}{\dot{x}_{III}} = \frac{d + \mu_2 \cdot h}{\dot{x}_{II} + v_{sz}}.$$

A rendezés paramétereinek meghatározása után lehetségessé válik a rendező-vályú szerkezeti méreteinek meghatározása. Jelen esetben csak a szükséges hossz méret, azaz a vályúfal hosszának meghatározásával foglalkozunk:

1/ eset: Ha a rendezés szöge az 1. ábra alapján $\varphi_1 = \alpha$ akkor a minimálisan szükséges vályúfalhossz a három szakasz figyelembevételével $L = l_1$, mert az elfordulás végéig kell, hogy a doboz egy pontja érintkezzen a vályúfállal.

2/ eset: Ha a rendezés szöge $\varphi_1 = 180^\circ - \alpha$, vagyis a doboz a vályúfállal érintkezés után az óramutató járásával ellentétes irányba fordul el, azaz a vályúfállal érintkező pontja hátul marad egészen a II. szakasz kezdetéig, majd az átbillenés határhelyzetébe kerül. Ez esetben a minimálisan szükséges vályúfalhossz:

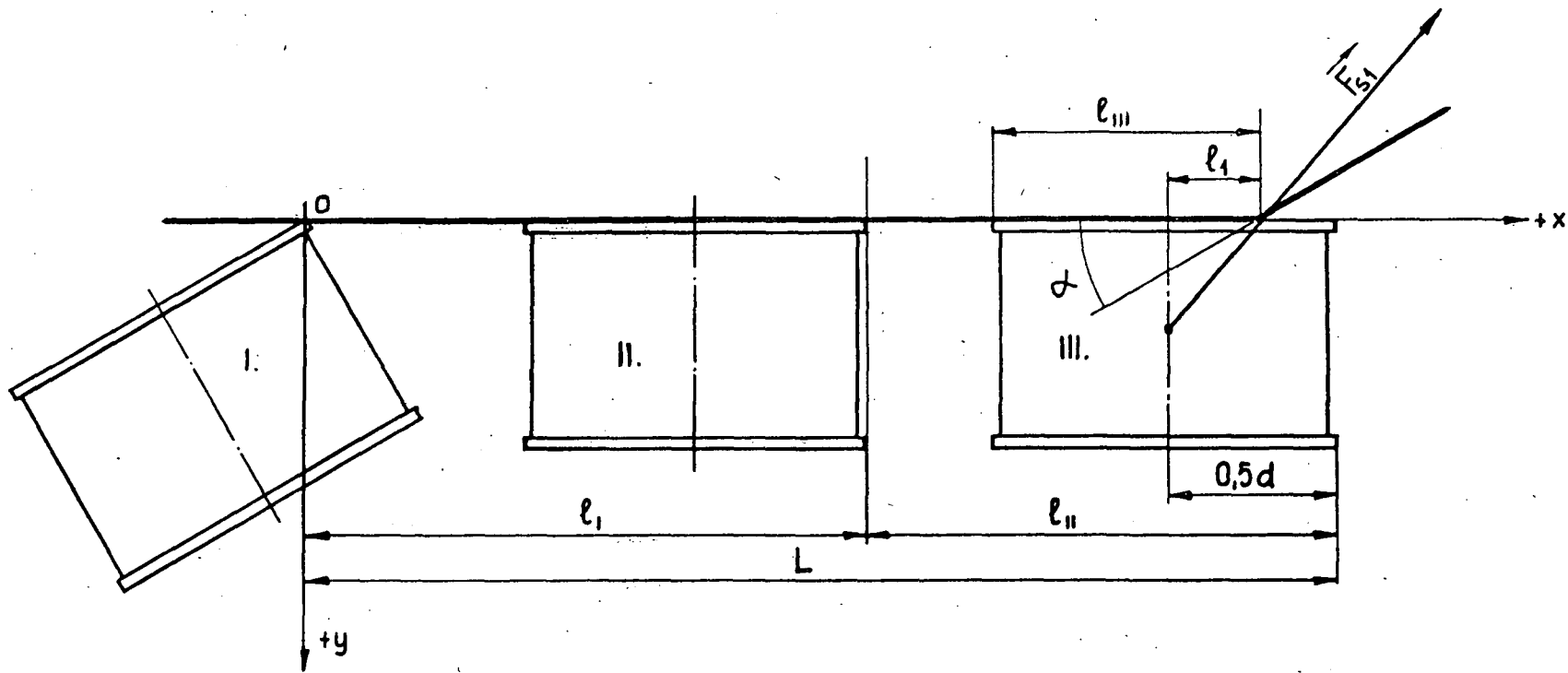
$$L = l_1 + 0,5 \cdot (d + \mu_2 \cdot h) = l_1 + l_{III}.$$

Fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy a dobozok vizsgált módszerrel rendezése esetén a rendezővályú bemeneti szakaszának minimálisan szükséges szerkezeti hosszát a 2. esetnek megfelelően kell megválasztani.

A GURÍTÁSOS RENDEZÉS GYAKORLATI VIZSGÁLATA

A vizsgálat célja a gurításos rendezés elméleti vizsgálata során tett feltételezések, elhanyagolások és a levezetett összefüggések elfogadhatóságának ellenőrzése. A gyakorlati vizsgálatot egyenes szállítószalag és a felette elhelyezett egyenes rendezővályúfal összeállításánál végeztük el, emellett a v_{sz} szalagsebességet és az α vályúfal beállítási szöveget fokozatosan változtattuk. A vályúfal anyaga korrózióálló acéllemez, a doboz és a vályúfal közötti súrlódási együttható mért értéke $\mu_2 = 0,15$, a szállítószalag gumírozott volt, a súrlódási együttható értéke $\mu_1 = 0,3$.

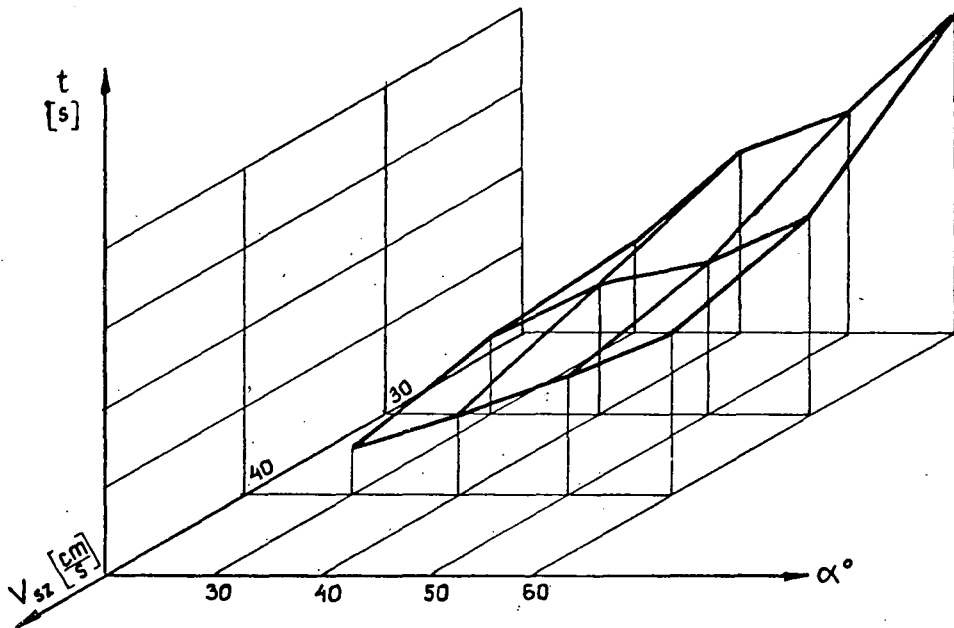
A rendezés folyamatát jellemző paraméterekként választottunk: t_1 [s] időtartamot, s [mm] elmozdulást, mely alatt azt az utat értjük, melyet a doboz a vályúfállal érintkezésének pillanatától a vályúfállal párhuzamos (rendezett) helyzetbe kerülés pillanatáig tett meg, és v_{II} [cm/s] a doboznak a vályúfal menti sebességét. A vizsgálat



5. ábra. A doboz elmozdulási ábrája a rendezési szakaszokon.

1

során változó paraméterek és értékek a következők voltak: $v_{sz} = 20, 30, 40$ [cm/s] a szállítószalag sebessége, és $\alpha = 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ$ a vályúfal beállítási szöge. A méréseket minden esetben legalább ötször ismételtük meg és a mért értékek középárnyosait tekintettük a mérés végeredményének. Az eredményeket célszerűen térbeli koordináta-rendszerben ábrázoltuk diagramok alakjában az 5...7. ábrán. Jelen tanul-

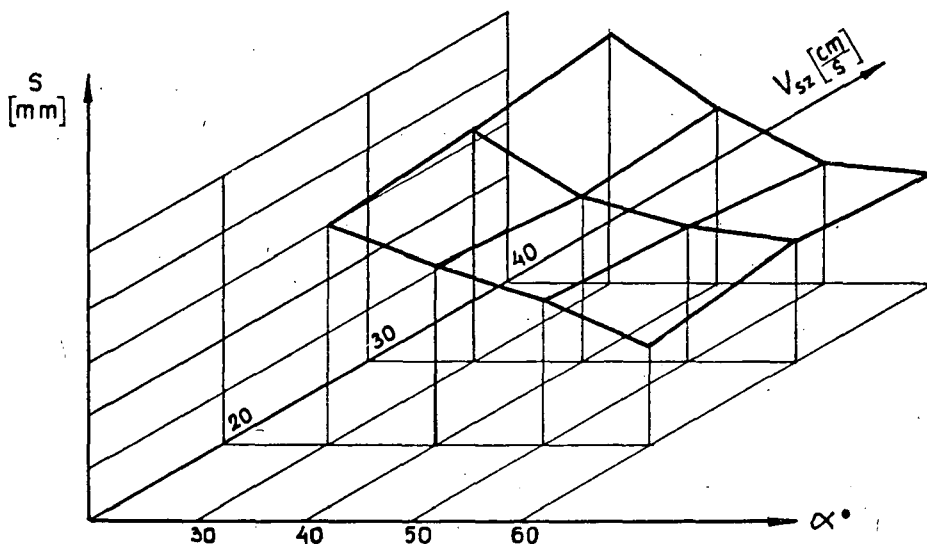


6. ábra. A rendezési időtartam — vályúfal beállítási szög — szállítószalag sebesség függvény diagramjai.

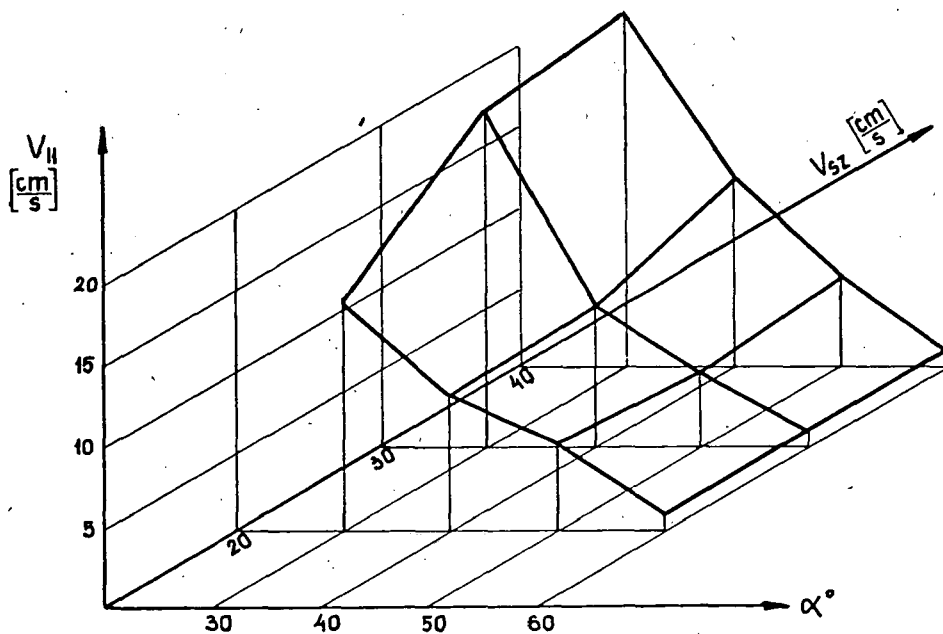
mányban mellőztük a számítással kapott adatok közlését az igen nagy terjedelembre való tekintettel. Megjegyezzük azonban, hogy a közölt összefüggésekkel meghatározott értékek és a vizsgálat eredményeképpen kapott értékek között 10...20%-os eltérések adódnak, és emiatt célszerű az elméleti úton meghatározott értékeket kb. 1,1...1,2-szeresen megnövelni.

A VIZSGÁLAT TANULSÁGAI

Az elméleti és gyakorlati úton meghatározott értékek között eltérések mutatkoznak, melyek szerint az elméleti összefüggésekkel számított értékek kisebbek mint a méréssel kapott értékek. Jelentősebb eltérések mutatkoznak az elmozdulás útjának meghatározásánál, mely főképpen az időtartam közelítő számítási összefüggéséből, valamint a vizsgálat során mért idők pontatlanságából adódik. Végeredményben megállapíthatjuk, hogy az elméleti következtetésekénél tett feltételezések, elhanyagolások a mérési eredmények alapján megalapozottnak tekinthetők, és a rendezővályú szükséges méreteinek meghatározása a közölt összefüggések alapján megbízhatóan elvégezhető.



7. ábra. A vályúfal menti elmozdulás — vályúfal beállítási szög — szállítószalag sebesség függvény diagramjai.



8. ábra. A vályúfal menti sebesség — vályúfal beállítási szög — szállítószalag sebesség függvény diagramjai.

IRODALOM

1. *B. E. Brojdo*: Osznovü rászcsota i konztruirovania zavortocsnüi i ukladocsnüi avtomatov. Masinosztroenie. Moszkva, 1969.
2. *V. N. Sivalov*: Masinü-avtomatü i potocsnüe linii piscsevoj promüslennoszti. Masgiz. Moszkva—Leningrad, 1966.

THEORETICAL AND PRACTICAL STUDY OF ROLLING ARRANGEMENT OF CYLINDRICAL TINS

J. Öze

A theoretical and practical investigation was made of the rolling arrangement of 1/10 sized cylindrical tins. The study began with the fixing of the basic conditions, and this was then followed by a practical measurement series. The essence of the examination was to establish what conveyance can be ensured for the tins by the relative motions in the event of revolution around the longitudinal axis of the tins, under the conditions of movement on a conveyor belt. The investigations were carried out from both kinetic and kinematic aspects. Subsequently, the theoretical and practically measured data were subjected to a comparative study.

THEORETISCHE UND PRAKTISCHE UNTERSUCHUNG DER ROLL—ORDNUNG ZYLINDRISCHER BÜSCHEN

J. Öze

Es wurden theoretische und praktische Untersuchungen über die Ordnung von 1/10 grossen Metallbüschen im Rollverfahren angestellt. Die Untersuchungen begannen mit der Zielsetzung von Grundbedingungen und waren gefolgt von praktischen Meßserien. Im wesentlichen sollte ermittelt werden, welchen Beförderung die relativen Bewegungen — bei den kinematischen Verhältnissen des Förderbandes — im Falle einer Rotationsbewegung um die Längsachse der Büchse den Büschen garantieren können. Die Untersuchungen verliefen nach kinetischen und kinematischen Gesichtspunkten. Zu Ende der Untersuchung wurden Vergleiche zwischen den theoretisch und den in der Praxis erhobenen Befunden angestellt.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРАКТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СКАТНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОРОБОК

Й. Ёзе

Был проведен теоретический и практический анализ скатного размещения металлических цилиндрических коробок размера 1/10. Анализ начался с определения основных условий, далее последовал ряд практических измерений. Сущность исследования заключалась в установлении того, какое передвижение могут обеспечить коробкам релятивные движения при вращении коробки вокруг своей продольной оси в кинетических условиях транспортера. Исследования производились с кинетической и кинематической точек зрения. После окончания этих исследований провели сравнительный анализ теоретических и практически измеренных показателей.