



Εφαρμογή Μη Νευτωνιακού Υγρού στην Οδική Κυκλοφορία

Ηλιάνα Κάσση, Μελίνα Μάιπα- Κάππα, Έλενα Σταυροπούλου, Ευάγγελος Χήρας

Υπεύθυνοι Καθηγητές: Σ. Βαζαίου, Λ. Άνθης

Επίβλεψη: Γ.Καρυδιανάκης

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Ορισμός Ιξώδους

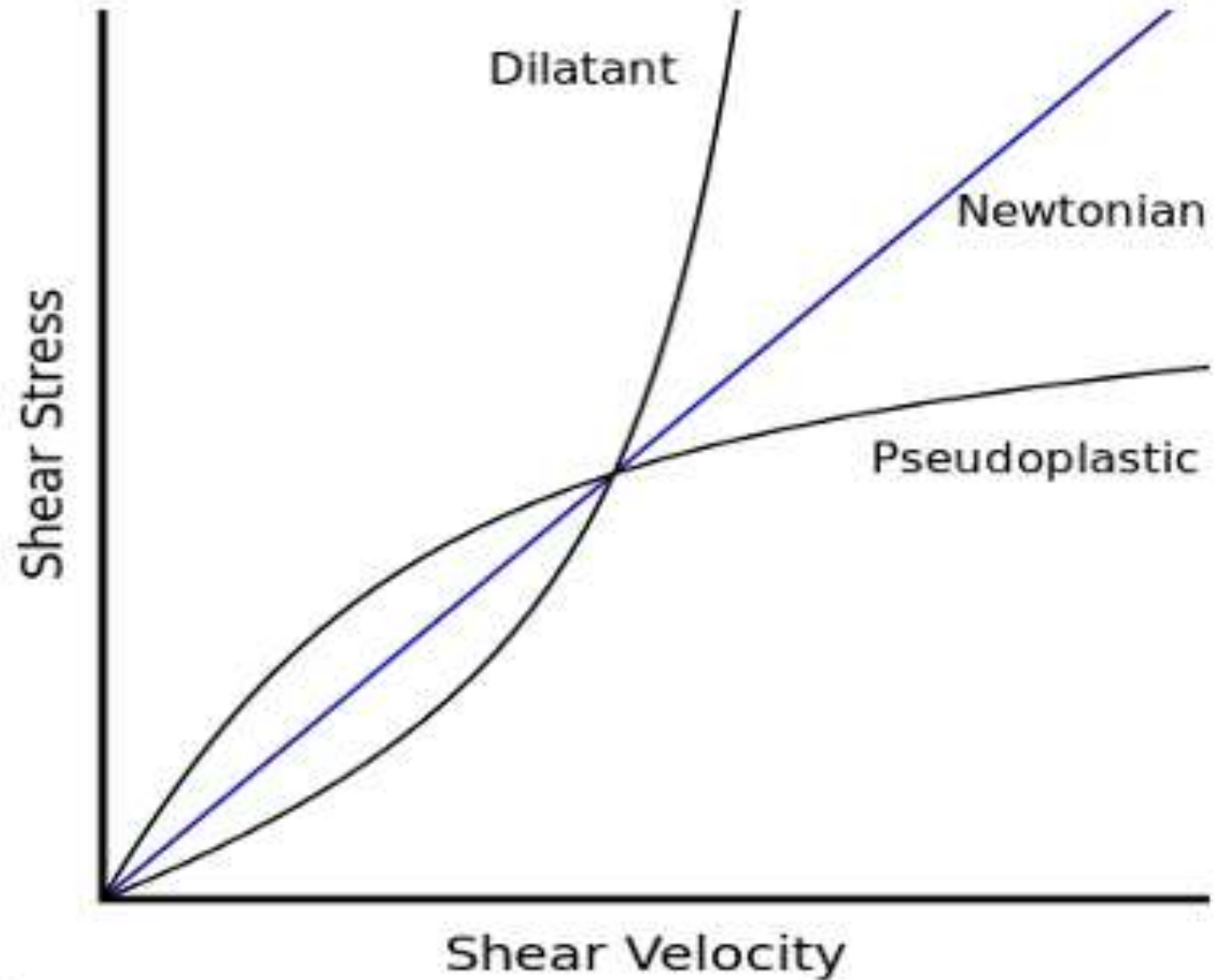
Το ιξώδες είναι το φυσικό μέγεθος που καθορίζει πόσο πηκτό είναι ένα σώμα. Τα μη νευτωνειακά υγρά έχουν μεταβλητό ιξώδες.



Θεωρητικό Υπόβαθρο

Κατηγορίες Μη Νευτωνειακών Υγρών

- Ρεοηκτικά: Γίνονται πιο πηκτά με διαταραχή (π.χ. σαντιγί).
 - Θιξοτροπικά: Συμπεριφέρονται σαν στερεά, αλλά ανακτούν τις ιδιότητές τους με διαταραχή (π.χ. μέλι).
 - Ψευδοπλαστικά: Γίνονται λιγότερο πηκτά με έντονη διαταραχή (π.χ. σάλτσα ντομάτας).
 - Διασταλτικά: Γίνονται πιο πηκτά με έντονη διαταραχή (π.χ. Oobleck).
- Η μονάδα μέτρησης του ιξώδους στο S.I. είναι το 1P, που προκύπτει από την ορμή προς την επιφάνεια στην οποία ασκείται η δύναμη.



Τα σώματα συμπεριφέρονται με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με τις τάσεις που αναπτύσσονται όταν δέχονται δύναμη

Ιξώδες στην Καθημερινότητα

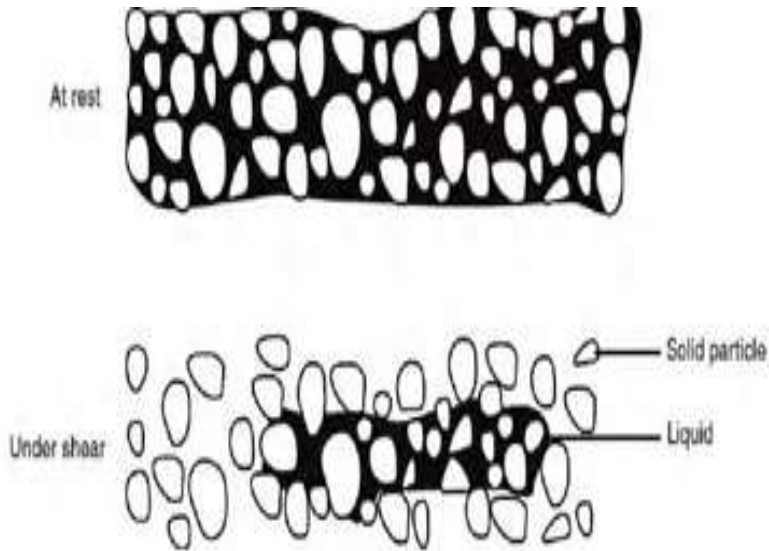
Ρευστό	Ιξώδες (P)
Νερό	0,01
Μέλι	10 – 30
Φυστικοβούτυρο	2.500 – 3.000
Oobleck	0, 01 – 5.000
Πέτρα (!)	1022 – 1025

- Η μονάδα μέτρησης του ιξώδους στο S.I. είναι το 1P, που προκύπτει από την ορμή προς την επιφάνεια στην οποία ασκείται η δύναμη.
- Το ιξώδες του Oobleck κυμαίνεται από 0,01 έως 5.000 P.
- Μεταβάλλεται ανάλογα με την εφαρμοζόμενη δύναμη.
- Μπορεί να συμπεριφέρεται ως υγρό ή στερεό ανάλογα με τις συνθήκες.

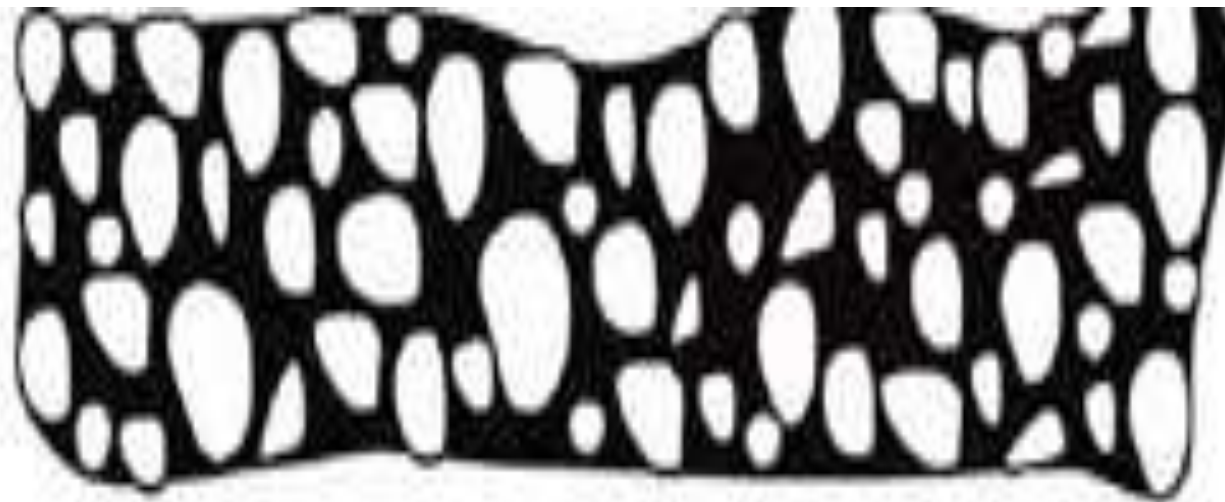
Μικροσκοπική Περιγραφή του Oobleck

Το ιξώδες του Oobleck μπορεί να λάβει ένα εξαιρετικά μεγάλο εύρος τιμών, και άρα μπορεί να φέρεται εντελώς διαφορετικά δεδομένων διαφορετικών συνθηκών. Θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μια εξήγηση, μέσω του μικροκόσμου.

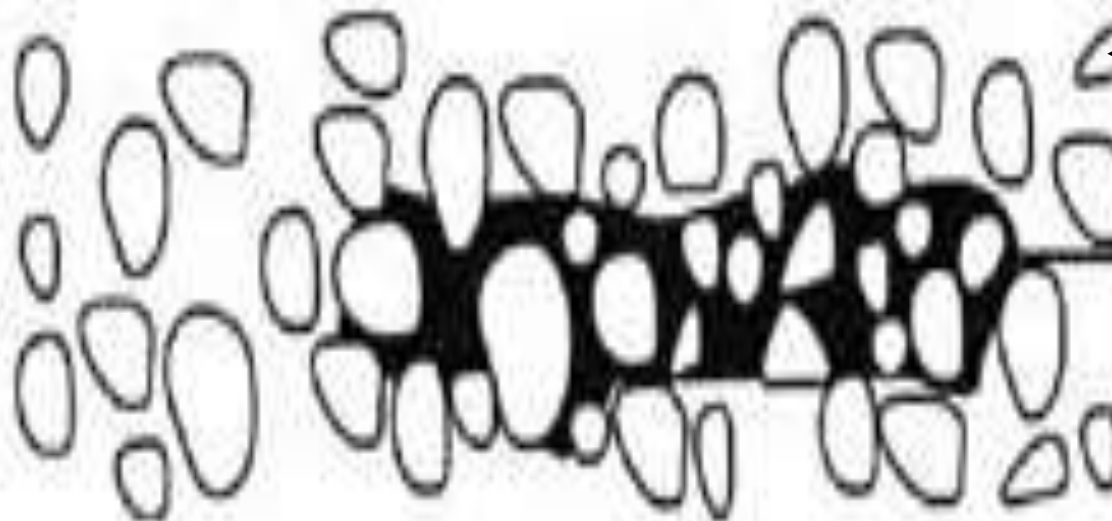
- Σε ηρεμία, τα μόριά του διατάσσονται χαλαρά, δίνοντας υγρή μορφή.
- Υπό πίεση, τα μόρια έρχονται πιο κοντά, αυξάνοντας το ιξώδες και κάνοντας το υλικό πιο στερεό.



Κατάσταση
ηρεμίας



Άσκηση Τάσης



Στερεά σωματίδια



Υγρό



Ερμηνεία

- ▶ Όταν ο ρυθμός διάτμησης είναι σταθερός, τα σφαιρικά μόρια νερού ενεργούν σαν μπάλα κυλίνδρου και βοηθούν το άμυλο να απομακρυνθεί, έτσι ώστε να εμφανίζεται η ρευστή συμπεριφορά. Όταν ο ρυθμός διάτμησης δεν είναι σταθερός, τα μόρια του αμύλου συνωστίζονται στην περιοχή φόρτωσης και σχηματίζουν συστάδες, οι οποίες βοηθούν στην εμφάνιση της στερεάς συμπεριφοράς

Παρασκευή Oobleck

•Παρασκευή Oobleck:

Αναμίξαμε 135 gr κορν φλάουρ (corn flour), 100ml νερού και μικρή ποσότητα ξυδιού για να δημιουργήσουμε το Oobleck (μη νευτώνειο υγρό).



Πειραματική Διαδικασία

1. Τοποθετήσαμε το παρασκευασμένο Oobleck σε μία αεροστεγώς κλεισμένη σακούλα.
2. Εφαρμόσαμε την σακούλα με κολλητική ταινία διπλής όψης πάνω σε ένα χαρτόνι.
3. Πλάσαμε ένα "σαμαράκι" από πυλό με κατά προσέγγιση ίδιες διαστάσεις με εκείνα που ακολουθούν.
4. Εφαρμόσαμε το "σαμαράκι" με τον ίδιο τρόπο πάνω σε χαρτόνι με κολλητική ταινία διπλής όψης.
5. Γεμίσαμε μία πλαστική σακούλα με νερό και την κολλήσαμε επίσης με κολλητική ταινία διπλής όψης πάνω σε χαρτόνι.
6. Στερεώσαμε μία τροχαλία στην άκρη του τραπεζιού, εξασφαλίζοντας ίση απόσταση από αυτήν για την τοποθέτηση των σαμαρακίων κατά την αλλαγή.
7. Δέσαμε σπάγκο μεγαλύτερου μήκους από το τραπέζι στο όχημα που χρησιμοποιήσαμε, κάνοντας μία θηλιά στην άκρη για τα βαρίδια.

Χαμηλή Ταχύτητα



Μεγάλη Ταχύτητα



...και λίγο Φυσική...

Αρχική Κίνηση του Οχήματος:

Για να τεθεί σε κίνηση το όχημα, τα βαρίδια πρέπει να έχουν την κατάλληλη μάζα ώστε το βάρος τους να υπερβαίνει την τριβή της επιφάνειας επαφής. Η τριβή εξαρτάται από τον συντελεστή τριβής (μ) και την κάθετη αντίδραση ($\vec{N}$) μέσω της σχέσης:

$$\vec{T} = \mu \vec{N} \text{ όπου } \vec{N} = m \vec{g}, \text{ όπου } m \text{ η μάζα του αντικειμένου και } g \text{ η βαρύτητα.}$$

➤ Περίπτωση Μικρού Βάρους:

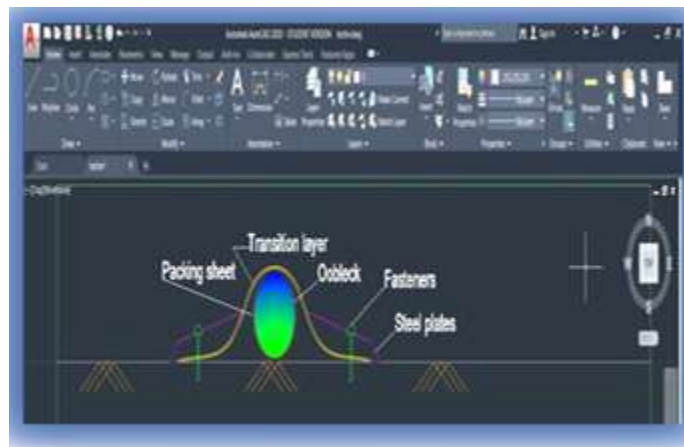
Όταν το βάρος των βαριδιών είναι σχεδόν ίσο με την τριβή, η κίνηση γίνεται με μικρή ταχύτητα και η επιτάχυνση είναι αμελητέα. Η κίνηση είναι προσεγγιστικά ευθύγραμμη και ομαλή.

➤ Περίπτωση Μεγάλου Βάρους:

Όταν το βάρος των βαριδιών είναι πολύ μεγαλύτερο από την τριβή, το όχημα επιταχύνει προκαλώντας ταχύτερη κίνηση και το "σαμαράκι" προσεγγίζεται με μεγαλύτερη ταχύτητα.

Συμπεράσματα και Εφαρμογές

- Το Oobleck παρουσιάζει υψηλή προσαρμοστικότητα.
- Δυνατότητα εφαρμογής σε οδικά συστήματα, όπως έξυπνες επιφάνειες που αλλάζουν τριβή δυναμικά.
- Πιθανές εφαρμογές σε μέτρα οδικής ασφάλειας για τη μείωση ατυχημάτων.



Πως πρέπει να είναι τα εμπόδια ταχύτητας;

Όταν σχεδιάζουμε ένα εμπόδιο ταχύτητας, πρέπει ιδανικά να πληρούνται οι εξής απαιτήσεις:

- Δεν πρέπει να προκαλεί ζημιά στο όχημα και δεν πρέπει να προκαλεί δυσφορία στους οδηγούς ή στους επιβάτες που ταξιδεύουν πάνω του.
- Το εμπόδιο ταχύτητας δεν πρέπει να παράγει βλαβερές δονήσεις ή υπερβολικό θόρυβο για τα παρακείμενα κτίρια.

Σχεδιασμός Εμποδίων Ταχύτητας:

Τα εμπόδια ταχύτητας συνήθως έχουν πλάτος 3,7 μέτρα, ύψος 0,7 μέτρα και προτεινόμενη ταχύτητα διέλευσης 25 χλμ/ώρα. Τα εμπόδια ταχύτητας μπορεί να χρειαστεί να επαναλαμβάνονται σε ένα τμήμα του δρόμου για να διατηρούνται χαμηλές οι ταχύτητες σε συγκεκριμένες περιοχές και μπορούν να κατασκευάζονται σε κανονικά διαστήματα, με απόσταση κέντρου σε κέντρο από 0,1 μέτρα έως 0,12 μέτρα.

Γ. Προβλήματα που Συνδέονται με τα Συμβατικά Εμπόδια Ταχύτητας:

- Τα συμβατικά εμπόδια ταχύτητας είναι μόνιμες κατασκευές στο οδόστρωμα και είναι δύσκολο να αφαιρεθούν. Τα συμβατικά εμπόδια ταχύτητας συχνά προκαλούν προβλήματα στη σπονδυλική στήλη και πόνο στην πλάτη λόγω των συνεχών κραδασμών που υφίστανται κατά τη διέλευση από αυτά. Τα μηχανικά μέρη των οχημάτων μπορεί να υποστούν ζημιά όταν ταξιδεύουν πάνω από τα συμβατικά εμπόδια ταχύτητας. Η αποδοτικότητα καυσίμου μειώνεται όταν ταξιδεύει κανείς πάνω από τα συμβατικά εμπόδια ταχύτητας, προκαλώντας περαιτέρω προβλήματα.

Πλεονεκτήματα χρήσης συμπλεκ

- ▶ Το Oobleck αλλάζει την κατάσταση του σε σχέση με την ταχύτητα του οχήματος και συμπεριφέρεται σαν στερεό όταν τα αυτοκίνητα κινούνται με μεγάλη ταχύτητα και σαν υγρό για τα οχήματα που κινούνται με χαμηλή ταχύτητα στον δρόμο. Επίσης, σαν επιφάνεια του δρόμου παρέχει άνεση κατά τη διέλευση από το εμπόδιο όταν το αυτοκίνητο κινείται με μικρή ταχύτητα. Το κόστος κατασκευής του ταχυμέτρου Oobleck είναι συγκριτικά χαμηλότερο από τα παραδοσιακά και τα πλαστικά εμπόδια ταχύτητας, και το ταχύμετρο Oobleck είναι κινητό, μπορούμε να μετακινήσουμε τα εμπόδια όπου χρειάζεται. Επομένως, το ταχύμετρο Oobleck είναι φιλικό προς το περιβάλλον και οικονομικά συμφέρον για την κοινωνία.

Τελικές Σκέψεις

- Το Oobleck αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο υλικό με πρακτικές εφαρμογές.
- Περισσότερη έρευνα απαιτείται για την αξιοποίησή του στην κυκλοφοριακή ασφάλεια.
- Μπορεί να οδηγήσει σε καινοτόμες λύσεις στο σχεδιασμό δρόμων και επιφανειών.

Ερωτήσεις για συζήτηση

- ▶ Τι συμβαίνει όταν πιέζεις το Ουμπλεκ;
- ▶ Τι παρατηρείς όταν σταματάς να ασκείς την πίεση;
- ▶ Σου θυμίζει κάτι άλλο το Ουμπλεκ;
- ▶ Εάν ήσασταν παγιδευμένοι σε ένα δοχείο με Ουμπλεκ, ποιος θα ήταν ο καλύτερος τρόπος να το σκάσετε;;;

Διαδυκτιακή Βιβλιογραφία

- ▶ [It's a Solid... It's a Liquid... It's Oobleck! | Scientific American](#)

Αρθρογραφία

1. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878 (Online), Volume-8 Issue-6, March 2020
884 Retrieval Number: F7358038620/2020©BEIESP DOI:10.35940/ijrte.F7358.038620 Journal Website: www.ijrte.org

Published By: Blue Eyes Intelligence Engineering & Sciences Publication

Corresponding author**S. Revathi**, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Mepco Schlenk Engineering College, Sivakasi, Tamil Nadu, India. *A. Senthil Kumar*, UG Student, Department of Civil Engineering, Mepco Schlenk Engineering College, Sivakasi, Tamil Nadu, India.

©

2. Proceedings of ICFD14: Fourteenth International Conference of Fluid Dynamics 2-3 April 2021, Fairmont hotel, Cairo, EGYPT ICFD14-EG-7070 Experimental Study of Non-Newtonian Fluid Behavior by Utilizing Drop Test for Medical Applications
Ahmed Bahgat Mohamed Teaching Assistant, Engineering Material Department Faculty of Engineering, Zagazig University, Zagazig 44519, Egypt, *Prof. Dr. Ahmed Farouk Abdel Gawad* Professor of Mechanical Power Engineering Faculty of Engineering, Zagazig University, Zagazig 44519, Egypt,