

CrashTest

Φυσικοί Νόμοι και Ανθρώπινη Ασφάλεια



ΠΡΟΤΥΠΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ
ΒΑΡΒΑΚΕΙΟΥ ΣΧΟΛΗΣ

Αυτή η εργασία εκπονήθηκε το 1ο τετράμηνο του σχολικού έτους 2011 - 2012, στο πλαίσιο του μαθήματος "Ερευνητική Εργασία (project)" από μαθητές της Α΄ τάξης του Πρότυπου Πειραματικού Γενικού Λυκείου της Βαρβακείου Σχολής, με υπεύθυνο καθηγητή τον Δρ Φυσικής Ανδρέα Βαλαδάκη. Συμμετείχαν οι μαθητές:

Αθανασόπουλος Κωνσταντίνος, Αλβέρτου Παναγιώτα, Ατσάλης Ιωάννης, Θεοφιλόπουλος Ιωάννης, Καμενίτσας Γεώργιος, Καπατσώρης Ηλίας, Κεπέσης Νίκανδρος, Κορδαλή Αλεξάνδρα, Κουταλέλης Χρήστος, Κουτσαυγουστής Χαράλαμπος, Κυριάκος Ιάκωβος, Παπαϊωάννου Δημήτρης, Πολυχρονόπουλος Παναγιώτης, Πρωτόπαπα Σωτηρία Θεοκλητία, Ραυτοπούλου Κυριακή, Σημηριώτη Ζωγραφιά, Σκουρλέτος Χριστόδουλος, Στρατοπούλου Ελπίδα, Τασίκας Παναγιώτης.

Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας δημιουργήθηκε βίντεο το οποίο υπάρχει στη διεύθυνση: <http://youtu.be/3Buxbbsl8Fs>

Περιεχόμενα

1. Τι μας λένε οι αριθμοί;
2. Τι μας δείχνουν οι εικόνες;
3. Τι είναι το crash test;
4. Πόσο καλός οδηγός ήταν ο Νεύτων;
5. Σκληρό ή μαλακό αυτοκίνητο;
6. Ποιά είναι η αποστολή της ζώνης ασφαλείας;
7. Πώς μάς προστατεύει ο αερόσακος;
8. Τι μπορεί να μας μάθουν οι κούκλες;
9. Αυτοκίνητο 5 αστέρων: Πόσο ασφαλές είναι;
10. Κινούμαστε γρηγορότερα και λιγότερο προσεκτικά, όταν νιώθουμε ασφαλείς;
11. Μπορείς να παραβείς του ανθρώπινους νόμους· τους φυσικούς νόμους ποτέ!
12. Το μεγαλύτερο crash test που έγινε ποτέ!

Τι μας λένε οι αριθμοί;

1.300.000

άνθρωποι σκοτώνονται κάθε
χρόνο στον Κόσμο σε τροχαία
ατυχήματα: ένα έθνος

50.000

άνθρωποι σκοτώνονται κάθε
χρόνο στην Ευρώπη σε
τροχαία ατυχήματα: μια πόλη

1.500

άνθρωποι σκοτώνονται κάθε
χρόνο στην Ελλάδα σε
τροχαία ατυχήματα: ένα χωριό

500

νέοι άνθρωποι σκοτώνονται
κάθε χρόνο στην Ελλάδα σε
τροχαία ατυχήματα: ένα
σχολείο

Τι μας δείχνουν οι εικόνες;



Τι είναι το crash test;

Το crash test είναι είδος έρευνας καταστροφών. Συνήθως εκτελείται για να εξασφαλιστούν ορισμένες προδιαγραφές ως προς την ικανότητα των μέσων μεταφοράς ή τμημάτων τους να αντέξουν σε συγκρούσεις.

Τα crash test διεξάγονται κάτω από αυστηρές επιστημονικές προδιαγραφές. (Δείτε: *Αυτοκίνητο 5 αστέρων: Πόσο ασφαλές είναι;*)

Επειδή κάθε crash test είναι πολύ ακριβό, από κάθε εκτέλεση θα πρέπει να εξάγονται όσο το δυνατό περισσότερα συμπεράσματα. Συνήθως αυτό απαιτεί συλλογή δεδομένων με μεγάλη ταχύτητα, ένα επιταχυνσιόμετρο τριών κατευθύνσεων και μια κούκλα προσωμοποίησης ανθρώπινου σώματος. Συχνά ωστόσο οι απαιτήσεις είναι μεγαλύτερες.

Είδη crash test

Το είδος του crash test που αμέσως μας έρχεται στο μυαλό είναι το crash test μετωπικής σύγκρουσης. Συνήθως πρόκειται για σύγκρουση με συγκεκριμένη ταχύτητα σε τοίχο από μπετόν. Ωστόσο είναι δυνατό να έχουμε σύγκρουση μεταξύ δύο οχημάτων.

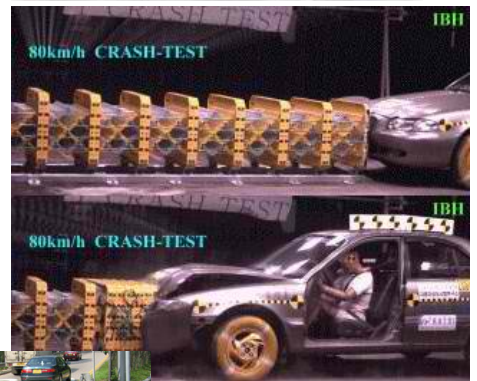
Σε πλαγιομετωπικό crash test μόνο ένα τμήμα του μπροστινού μέρους του αυτοκινήτου συγκρούεται με το φράγμα ή άλλο όχημα. Αυτοί οι έλεγχοι είναι σημαντικοί, διότι αν και οι δυνάμεις σύγκρουσης είναι σχεδόν ίδιες με τις δυνάμεις των μετωπικών συγκρούσεων, ασκούνται σε μικρότερη επιφάνεια αυτοκινήτου. Η πίεση λοιπόν αυξάνεται. Συνήθως αυτό το είδος σύγκρουσης συμβαίνει όταν ένα αυτοκίνητο περάσει στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας.

Οι συγκρούσεις στο πλαϊνό μέρος του αυτοκινήτου έχουν μεγάλη πιθανότητα θανατηφόρου ατυχήματος διότι δεν υπάρχει σημαντική ζώνη παραμόρφωσης (δείτε: *Σκληρό ή μαλακό αυτοκίνητο;*) ώστε οι δυνάμεις της σύγκρουσης να ελαττωθούν. Εκτελούνται λοιπόν και crash test πλάγιων συγκρούσεων.

Τα crash test ανατροπής αυτοκινήτου ελέγχουν την ικανότητα του αυτοκινήτου (ιδιαίτερα των κολωνών που στηρίζουν την οροφή του) να σηκώνει το βάρος του σε περίπτωση ανατροπής. Πολύ πρόσφατα έχει προταθεί η εκτέλεση crash test ανατροπής κινούμενου αυτοκινήτου σε αντικατάσταση των crash test ανατροπής σε ακίνητο αυτοκίνητο.

Τα crash test με υλικά που χρησιμοποιούνται σε αυτοκινητόδρομους εκτελούνται για να εξασφαλιστεί ότι οι διαχωριστικές μπάρες και τα "μαξιλάρια" σύγκρουσης προστατεύουν τους επιβάτες των αυτοκινήτων σε τροχαία ατυχήματα. Επίσης εκτελούνται για να ελεγχθεί πόσο κινδυνεύουν οι επιβάτες από τις πινακίδες των δρόμων, τους σηματοδότες και καθετί σχετικό, σε περίπτωση σύγκρουσης των αυτοκινήτων με αυτά.

Συχνά εκτελούνται crash test μεταξύ ενός παλαιού, μεγάλου αυτοκινήτου και ενός μικρού νέου ή μεταξύ αυτοκινήτων από δύο διαφορετικές γενιές του ίδιου τύπου. Αυτά τα crash test χρησιμοποιούνται για να φανούν τα πλεονεκτήματα στη συμπεριφορά των νέων αυτοκινήτων σε συγκρούσεις συγκριτικά με τα παλαιά.



Επειδή τα ένα πλήρες crash test έχει πολύ υψηλό κόστος, οι μηχανικοί συχνά πριν την εκτέλεση ενός πραγματικού ελέγχου σύγκρουσης εκτελούν προσομοιώσεις crash test σε υπολογιστές, για να βελτιώσουν τα οχήματα ή τις διαχωριστικές μπάρες.

Επίδραση στις πωλήσεις των αυτοκινήτων

Το 1998 το Rover 100 βαθμολογήθηκε μόνο με ένα αστέρι από το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Αξιολόγησης Νέων Αυτοκινήτων (EuroNCAP). Αμέσως οι πωλήσεις του σχεδόν μηδενίσθηκαν και ο 18χρονος σχεδιασμός του αυτοκινήτου έγινε "παλιοσίδερα".

Το 2005 το Daewoo Kalos απασχόλησε τα μέσα ενημέρωσης στην Ευρώπη και την Αυστραλία πετυχαίνοντας μόνο 2 αστέρια στα crash test, με αποτέλεσμα οι πωλήσεις να ελαττωθούν. Έτσι φάνηκε η επίδραση της απαίτησης για ασφάλεια στην εμπορική επιτυχία ενός νέου μοντέλου αυτοκινήτου.

Η δεύτερη γενιά του Isuzu Trooper (1995–1997) χαρακτηρίστηκε ως "Μη Αποδεκτή" από το περιοδικό Consumer Reports, λόγω της τάσης του αυτοκινήτου να ανατρέπεται κατά τη διάρκεια ελέγχων. Μετά από αυτό τις οι πωλήσεις του Isuzu Trooper ουδέποτε ανάκαψαν και σε δύο χρόνια η παραγωγή του σταμάτησε.

Προγράμματα crash test

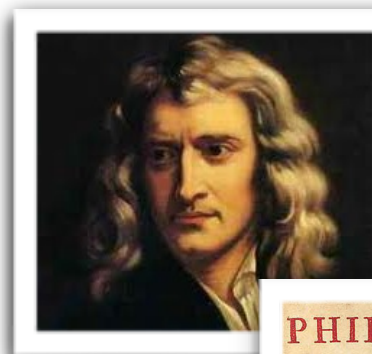
Σε όλο τον Κόσμο υπάρχει πλήθος προγραμμάτων crash test με σκοπό να παρέχουν στους καταναλωτές πηγές συγκριτικών πληροφοριών σχετικά με την ασφάλεια νέων και κυκλοφορούντων αυτοκινήτων. Για παράδειγμα στα προγράμματα crash test νέων αυτοκινήτων περιλαμβάνονται το National Highway Traffic Safety Administration's NCAP, το Insurance Institute for Highway Safety, το Australasian New Car Assessment Program, το EuroNCAP και το JapNCAP.

Προγράμματα όπως το Used Car Safety Ratings 2006 παρέχουν στους καταναλωτές πληροφορίες σχετικά με την ασφάλεια αυτοκινήτων σύμφωνα με πραγματικά συμβάντα.

Πόσο καλός οδηγός ήταν ο Νεύτων;

Ο Νεύτων (1642- 1727) είναι ένας από τους επιστήμονες που έχουν ασκήσει μεγαλύτερη επιρροή. Μεταξύ των επιτευγμάτων του περιλαμβάνονται η θεωρία της βαρύτητας και οι τρεις νόμοι της κίνησης. Βεβαίως ο Νεύτων ουδέποτε είδε αυτοκίνητο. Ωστόσο με τη βοήθεια των τριών νόμων του θα μπορούσε να προβλέψει και να δικαιολογήσει την αναγκαιότητα των crash test.

Ο 1ος νόμος του Νεύτωνα λέει απλώς ότι κάθε ακίνητο ή κινούμενο με σταθερή ταχύτητα σώμα θα παραμείνει ακίνητο ή θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα εκτός και αν ασκηθεί πάνω του δύναμη. Για να αρχίσει λοιπόν ο οδηγός ή ο επιβάτης να κινούνται μαζί με το αυτοκίνητο, θα πρέπει να ασκηθεί πάνω τους δύναμη. Αυτή τη δύναμη την ασκεί το κάθισμα.

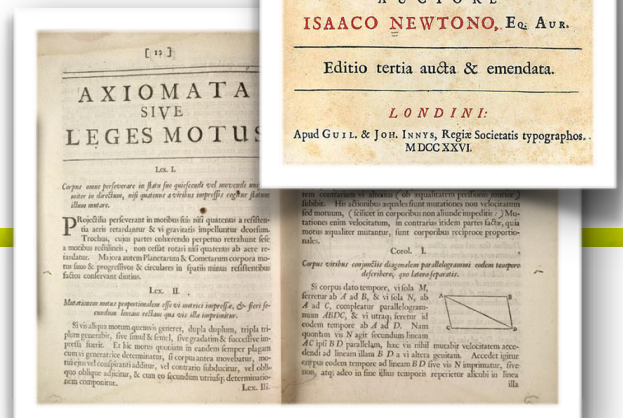


PHILOSOPHIÆ NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA.

AUCTORE
ISAACO NEWTONO, E^q. A^ur.

Editio tertia aucta & emendata.

LONDINI:
Apud GUILL. & JOH. INNYS, Regiæ Societatis typographos.
MDCCLXXVI.



Ο 2ος νόμος του Νεύτωνα αναφέρει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα τόσο περισσότερο επιταχύνεται το σώμα. Όσο ισχυρότερα αισθανόμαστε λοιπόν το κάθισμα του αυτοκινήτου να μας σπρώχνει, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιταχύνσή μας, μαζί με του αυτοκινήτου.

Αν ένα αυτοκίνητο κινείται π.χ. με 70km/h και χτυπήσει σε κάποιο αντικείμενο, η ταχύτητα του θα ελαττωθεί. Ωστόσο σύμφωνα με το 1ο νόμο του Νεύτωνα επιβάτες χωρίς ζώνη ασφαλείας θα συνεχίσουν να κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση με 70km/h, και με αυτή την ταχύτητα θα χτυπήσουν στο ταμπλό του αυτοκινήτου, ή ακόμα χειρότερα θα περάσουν μέσα από το μπαρμπρίζ μέχρι να χτυπήσουν σ' ένα άλλο αντικείμενο (δέντρο, στήλο, άλλο αυτοκίνητο κλπ). Αντιθέτως επιβάτες που φορούν ζώνη ασφαλείας συγκρατώνται από αυτή και δε συγκρούονται με το ταμπλό ή το παρμπρίζ.

Ο 3ος νόμος του Νεύτωνα μας λέει ότι "Όταν ένα σώμα ασκεί δύναμη σε κάποιο άλλο, το δεύτερο σώμα επίσης ασκεί δύναμη στο πρώτο, ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης." Δηλαδή σε κάθε "δράση" υπάρχει μια "αντίδραση". Το σώμα του οδηγού ή του επιβάτη λοιπόν ασκεί δύναμη στο τιμόνι ή στο ταμπλό, και το τιμόνι ή το ταμπλό ασκεί δύναμη στο σώμα. Η δεύτερη δύναμη έχει ίσο μέτρο και αντίθετη κατεύθυνση με την πρώτη.

Σκληρό ή μαλακό αυτοκίνητο;

Η ζώνη παραμόρφωσης είναι χαρακτηριστικό της κατασκευής

κυρίως των αυτοκινήτων. Σχεδιάζεται με σκοπό την ελάττωση της δύναμης πρόσκρουσης, μέσω ελεγχόμενης παραμόρφωσης.

Ο ρόλος της είναι η αύξηση της απόστασης που διανύει η καμπίνα των επιβατών μέχρι να ακινητοποιηθεί. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η απόσταση, τόσο μικρότερη είναι η δύναμη στον οδηγό ή στους επιβάτες. Βεβαίως αυτό συμβαίνει μόνο όταν οι επιβαίνοντες φορούν ζώνη ασφαλείας, διότι τότε είναι "δεμένοι" με την καμπίνα και κινούνται μαζί της.

Με τη ζώνη παραμόρφωσης ελαττώνεται η αντοχή του εξωτερικού μέρους του αυτοκινήτου και θυσιάζεται αυτό το τμήμα του αυτοκινήτου ενώ αυξάνεται η αντοχή και η σκληρότητα του εσωτερικού. Δηλαδή, η καμπίνα επιβατών μετατρέπεται σε "κλωβό ασφαλείας" με τη χρήση ενισχυμένων ράβδων και χάλυβα υψηλής αντοχής.

Συνήθως οι ζώνες παραμόρφωσης βρίσκονται στο μπροστινό μέρος του αυτοκινήτου, με σκοπό την "απορρόφηση" των μετωπικών συγκρούσεων, αν και είναι δυνατό να βρίσκονται και σε άλλα σημεία του οχήματος. Σύμφωνα με το Βρετανικό ερευνητικό κέντρο British Motor Insurance Repair Research Centre το 65% των συγκρούσεων συμβαίνουν στο μπροστινό μέρος του οχήματος, το 25% στο πίσω, το 5% στο δεξιό και το 5% στο αριστερό.

Σε ορισμένα αγωνιστικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται αλουμίνιο ή κυψέλες ανθρακονημάτων για την κατασκευή επιβραδυντών ώστε η δύναμη πρόσκρουσης να ελαττώνεται. Αυτά τα συστήματα έχουν μικρότερο όγκο και βάρος από όσο οι ζώνες σύγκρουσης σε ένα



συμβατικό αυτοκίνητο. Σε ορισμένες χώρες επίσης χρησιμοποιούνται επιβραδυντές σύγκρουσης σε οχήματα επισκευής εθνικών οδών.

Το πρώτο αυτοκίνητο με ζώνη παραμόρφωσης κατασκευάστηκε το 1959 από τη Mercedes-Benz (μοντέλο "Fintail"), σύμφωνα με πρόταση του μηχανικού Béla Barényi.

Ο Barényi αμφέβαλε για την επικρατούσα άποψη της εποχής του ότι όσο πιο σκληρό είναι το αμάξωμα ενός αυτοκινήτου, τόσο ασφαλέστερο είναι το αυτοκίνητο. Διαίρεσε λοιπόν το αυτοκίνητο σε τρία τμήματα: στη σκληρή μη παραμορφώσιμη καμπίνα επιβατών, στην μπροστινή ζώνη παραμόρφωσης και στην πίσω.



Ποια είναι η αποστολή της ζώνης ασφαλείας;

Aν και οι ζώνες ασφαλείας επινοήθηκαν το 19ο αιώνα από τον

George Cayley, το πρώτο σχετικό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας πήρε ο Αμερικανός Edward J. Claghorn το 1885. Ο Edward J. Claghorn κατασκεύασε μια ζώνη ασφαλείας για τους ελαιοχρωματιστές, τους πυροσβέστες για να κρεμιούνται σε μεγάλα ύψη ή βάθη.

Το 1911 πετώντας με αεροπλάνο των αδελφών Wright ο Benjamin Foulois χρησιμοποίησε μια ζώνη που είχε κατασκευάσει σε εργαστήριο σελών ιππασίας.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1950 ο γιατρός C. Hunter Shelden συνέβαλε σημαντικά στην αυτοκινητοβιομηχανία με την ιδέα του τα αυτοκίνητα να εφοδιαστούν με ζώνες ασφαλείας. Αυτό προέκυψε κυρίως λόγω του μεγάλου πλήθους επειγόντων περιστατικών τραυματισμών στο κεφάλι, τα οποία αντιμετώπιζε ο Shelden, και προκαλούνταν από τροχαία ατυχήματα.

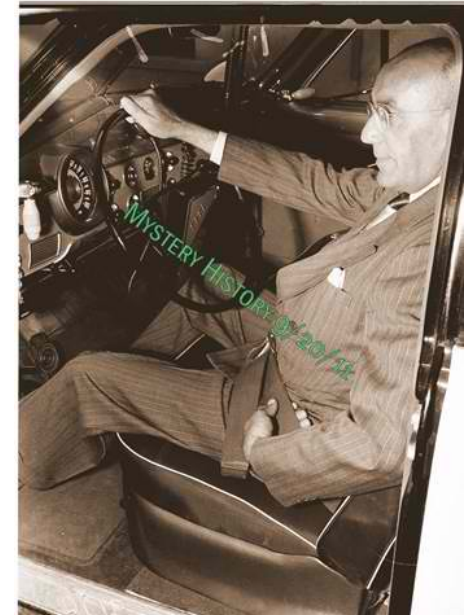
Οι Αμερικανοί κατασκευαστές Nash (το 1949) και Ford (το 1955) συμπεριέλαβαν τις ζώνες ασφαλείας στον βασικό εξοπλισμό των μοντέλων τους. Το 1958 η Σουηδική Saab την περιέλαβε στον υποχρεωτικό.

Η πρώτη σύγχρονη ζώνη τριών σημείων, που σήμερα περιλαμβάνεται στο βασικό εξοπλισμό των αυτοκινήτων, επινοήθηκε το 1955 από τους Αμερικανούς Roger W. Griswold και Hugh DeHaven και το 1959 πήρε τη σύγχρονη μορφή της από τον Nils Bohlin της Volvo.

Για πρώτη φορά στον Κόσμο το 1970, στη Βικτώρια της Αυστραλίας, ψηφίστηκε νόμος που υποχρέωνε το οδηγό και τους επιβάτες των μπροστινών καθισμάτων να χρησιμοποιούν ζώνη ασφαλείας.

Η ζώνη ασφαλείας είναι σχεδιασμένη για να προστατεύει τους επιβαίνοντες σε ένα όχημα, όταν το αυτοκίνητο ακινητοποιηθεί απότομα. Η ζώνη ελαττώνει την πιθανότητα και τη σοβαρότητα τραυματισμού συγκρατώντας τον επιβαίνοντα από το να κτυπήσει σε κάποιο σκληρό στοιχείο του αυτοκινήτου ή με άλλους επιβαίνοντες, συγκρατώντας τους στη σωστή απόσταση ώστε το όφελος από τον αερόσακο να είναι μέγιστο και για να μην εκτοξευθούν έξω από το αυτοκίνητο. Οι ζώνες εκτείνονται σε ελεγχόμενο βαθμό ώστε η δύναμη κρούσης να ελαττωθεί.

Επειδή η ζώνη ασφαλείας "δένει" τους επιβαίνοντες μαζί με το αυτοκίνητο, η απόσταση μέχρι την ακινητοποίησή τους είναι τέσσερις έως πέντε φορές μεγαλύτερη από αυτή χωρίς ζώνη. Από το 2ο νόμο του Νεύτωνα και τις εξισώσεις κίνησης προκύπτει ότι όταν αυτή απόσταση



αυξάνεται, η επιβραδύνουσα δύναμη ελαττώνεται. (Δείτε: Μπορείς να παραβείς τους ανθρώπινους νόμους. Τους φυσικούς νόμους ποτέ!) Η επιμήκυνση της ζώνης λοιπόν ελαττώνει αυτή τη δύναμη, διότι λόγω της ζώνης παραμόρφωσης του αυτοκινήτου οι επιβαίνοντες επιβραδύνονται σε μεγαλύτερη απόσταση.

Είδη ζώνης ασφαλείας

Πριν απαιτηθεί από τη νομοθεσία ο εξοπλισμός των αυτοκινήτων με ζώνες τριών σημείων, ο πιο συνηθισμένος τύπος ήταν οι ζώνες μέσης. Σήμερα τα πούλμαν και τα αεροπλάνα είναι εξοπλισμένα με αυτό τον τύπο.

Η ζώνη τριών σημείων αποτελείται από έναν ενιαίο ιμάντα γύρω από τη μέση και διαγώνια στο στήθος. Σε περίπτωση σύγκρουσης η ζώνη τριών σημείων "μοιράζει" τη δύναμη στο στήθος του επιβαίνοντος, στη λεκάνη και στους ώμους. Η πρώτη εταιρία που εισήγαγε ζώνη τριών σημείων ήταν η Volvo, το 1959. Επινοήθηκε από το Nils Bohlin.

Μέχρι τη δεκαετία του 1980 αυτός ο τύπος ζώνης συνήθως ήταν διαθέσιμος μόνο στις μπροστινές θέσεις καθισμάτων. Όταν στις πίσω θέσεις υπήρχαν ζώνες ασφαλείας, ήταν απλώς ζώνες μέσης, δύο σημείων.

Σε ορισμένα τροχαία ατυχήματα οι ζώνες μέσης προκαλούσαν αποχωρισμό των σπονδύλων της μέσης και παράλυση. Αυτό ονομάστηκε "σύνδρομο της ζώνης ασφαλείας" και οδήγησε σε προοδευτική αναθεώρηση των κανονισμών ασφαλείας και σχεδόν όλες οι αναπτυγμένες χώρες απαιτήσαν να τοποθετηθούν ζώνες τριών σημείων, αρχικά στις μπροστινές θέσεις και τελικά σε όλες.

Εκτός από τις νομοθετικές αλλαγές το "σύνδρομο ζώνης ασφαλείας" οδήγησε σε σοβαρά θέματα ευθύνης των αυτοκινητοβιομηχανιών. Σε μια περίπτωση δικαστήριο του Λος Άντζελες καταδίκασε την εταιρία Ford σε αποζημίωση 45 εκατομμυρίων δολαρίων.

Συνήθως ζώνες πέντε σημείων υπάρχουν υπάρχουν στα παιδικά καθίσματα ασφαλείας και στα αγωνιστικά αυτοκίνητα. Σε αυτές η ζώνη της μέσης συνδέεται με μια ζώνη που υπάρχει ανάμεσα στα πόδια και δύο ζώνες που κατεβαίνουν από κάθε ώμο. Αυτά τα τμήματα συνδέονται σε πέντε σημεία με το κάθισμα. Η ζώνη τεσσάρων σημείων είναι παρόμοια με τη ζώνη πέντε σημείων χωρίς τη λωρίδα ανάμεσα στα πόδια. Τέλος στη ζώνη έξι σημείων υπάρχουν δύο λωρίδες ανάμεσα στα πόδια.

Η ζώνη έξι σημείων άρχισε να χρησιμοποιείται μετά το θάνατο οδηγού αγωνιστικού αυτοκινήτου σε σύγκρουση, διότι αρχικά θεωρήθηκε ότι η ζώνη πέντε σημείων που φορούσε ο οδηγός είχε σπάσει. Ορισμένες ομάδες λοιπόν παράγγειλαν ζώνες έξι σημείων.

Ο μηχανισμός της ζώνης ασφαλείας

Οι περισσότερες σύγχρονες ζώνες ασφαλείας είναι προσεκτικά τυλιγμένες γύρω από τροχαλίες, που συγκρατώνται με ελατήρια. Επίσης είναι εφοδιασμένες με αδρανειακούς μηχανισμούς μπλοκαρίσματος που εμποδίζουν τη ζώνη να ξετυλιχτεί κατά τη διάρκεια απότομης επιβράδυνσης. Υπάρχουν δύο τύποι τέτοιων μηχανισμών.

Στον πρώτο τύπο όταν η ζώνη τραβηχτεί απότομα, ένας συμπλέκτης μέσα στην τροχαλία ενεργοποιείται φυγοκεντρικά. Η ζώνη λοιπόν μπορεί να ξετυλιχτεί από την τροχαλία μόνο αν τραβηχτεί αργά, όπως συμβαίνει



όταν δένουμε τη ζώνη. Αν η ζώνη τραβηχτεί απότομα - όπως σε απότομο φρενάρισμα ή σύγκρουση - ο συμπλέκτης ακινητοποιεί την τροχαλία και η ζώνη συγκρατεί το ανθρώπινο σώμα.

Στο δεύτερο τύπο ένα βαρίδι αιωρείται μέσα στο μηχανισμό της ζώνης. Όταν το όχημα επιβραδυνθεί απότομα ή ανατραπεί, το βαρίδι μετατοπίζεται από τη θέση ισορροπίας του και η ζώνη ακινητοποιείται.

Σε ορισμένες ζώνες υπάρχουν και τα δύο είδη μηχανισμών.

Σε νεότερα μοντέλα οι ζώνες ασφαλείας είναι εφοδιασμένες με προεταντήρες. Οι προεταντήρες τεντώνουν τη ζώνη για να εμποδίσουν τους επιβαίνοντες από το να εκτιναχθούν μπροστά κατά τη σύγκρουση. Το 1981 πρώτη η Mercedes-Benz εισήγαγε τους προεταντήρες.

Σε περίπτωση σύγκρουσης οι προεταντήρες τεντώνουν τις ζώνες σχεδόν ακαριαία. Όπως συμβαίνει και με τους αερόσακους, οι προεταντήρες ενεργοποιούνται με αισθητήρες που υπάρχουν στο αμάξωμα του αυτοκινήτου και συνήθως εκρηκτικά αέρια ωθούν ένα έμβολο το οποίο τεντώνει τη ζώνη. Με τους προεταντήρες ελαττώνεται ο κίνδυνος του "υποβρυχίου", δηλαδή οι επιβαίνοντες να γλιστρήσουν κάτω από τη ζώνη.

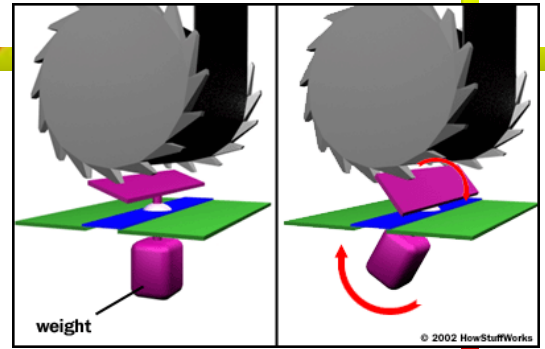
Υπάρχουν επίσης ζώνες ασφαλείας, που περιέχουν αεροθάλαμους. Κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης ο αεροθάλαμος φουσκώνει, η επιφάνεια επαφής της ζώνης με το σώμα του επιβαίνοντος αυξάνεται και στο σώμα η πίεση ελαττώνεται.

Αυτό το σύστημα προστατεύει καλύτερα το κεφάλι κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης. Επινόηθηκε από τον Donald Lewis.

Το 1981, ιδιαιτέρως στις ΗΠΑ για να αντιμετωπιστεί το χαμηλό ποσοστό χρήσης ζωνών ασφαλείας κατασκευάστηκαν ζώνες που μετακινούνται αυτόματα στη θέση τους, όταν η πόρτα που βρίσκεται δίπλα τους κλείσει και ο κινητήρας του αυτοκινήτου αρχίσει να λειτουργεί. Όταν η πόρτα ανοίγει, η ζώνη επανέρχεται κατά μήκος του σκελετού της πόρτας στην αρχική θέση της, κοντά στο παρμπρίζ.

Οι αυτόματες ζώνες προσφέρουν γενικά μικρότερη προστασία από τις συμβατικές. Επειδή η ζώνη στερεώνεται στην πόρτα κι όχι σε σταθερό σημείο στο σκελετό του αυτοκινήτου, αν σε συγκρούσεις η πόρτα ανοίξει, η ζώνη παύει να παρέχει προστασία.

Όταν οι πλαϊνοί αερόσακοι έγιναν υποχρεωτικοί, οι κατασκευαστές έπαψαν να εφοδιάζουν τα αυτοκίνητα με αυτόματες ζώνες ασφαλείας.



Πώς μας προστατεύει ο αερόσακος;

Οι αερόσακοι άρχισαν να χρησιμοποιούνται στο τέλος της δεκαετίας του '80. Ωστόσο επινοήθηκαν το 1953. Στο τέλος της δεκαετίας του '50 η αυτοκινητοβιομηχανία άρχισε την έρευνα στους αερόσακους και σύντομα ανακαλύφθηκε ότι υπήρχαν πολύ περισσότερες δυσκολίες στην ανάπτυξή τους από όσες αναμενόταν. Αυτό εξηγεί την καθυστέρηση μεταξύ της επινοήσής τους και της ευρείας χρήσης τους.

Στο τέλος της δεκαετίας του '50 η αυτοκινητοβιομηχανία άρχισε την έρευνα στους αερόσακους και σύντομα ανακαλύφθηκε ότι υπήρχαν πολύ περισσότερες δυσκολίες στην ανάπτυξή τους από όσες αναμενόταν. Αυτό εξηγεί την καθυστέρηση μεταξύ της επινοήσής τους και της ευρείας χρήσης τους.

Πώς λειτουργεί ο αερόσακος



Στα crash test φάνηκε ότι ένας αερόσακος για να είναι χρήσιμος θα πρέπει να μπορεί να φουσκώνει σε 40 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Επίσης το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να διακρίνει μια ήπια σύγκρουση από μια σφοδρή. Ο χρόνος λοιπόν είναι σημαντικός παράγοντας για την ικανότητα του αερόσακου να προστατεύει σε μετωπική σύγκρουση.

Το πρώτο εξάρτημα ενός συστήματος αερόσακου είναι ένας αισθητήρας που ανιχνεύει μετωπικές συγκρούσεις και αμέσως ο μηχανισμός ανάπτυξης του αερόσακου ενεργοποιείται. Ένας από τους απλούστερους αισθητήρες σύγκρουσης είναι μια ασφάλινη σφαίρα που έχει τη δυνατότητα να γλιστρά μέσα σε λείο σωλήνα. Αρχικά η σφαίρα συγκρατείται από ένα μαγνήτη ή από ένα σκληρό ελατήριο, ώστε όταν το αυτοκίνητο αναπηδά σε ανωμαλίες του οδοστρώματος, η σφαίρα να μη μετακινείται. Ωστόσο όταν το αυτοκίνητο επιβραδύνεται απότομα, όπως συμβαίνει στις μετωπικές συγκρούσεις, η σφαίρα κινείται προς τα εμπρός και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με το οποίο ο αερόσακος ανοίγει.

Από τη στιγμή που το κύκλωμα κλείνει, πυροδοτείται μια παστίλια αζίδιο του νατρίου (NaN_3) και από μια χημική αντίδραση παράγεται άζωτο. Αυτό το αέριο γεμίζει τον αερόσακο με ταχύτητα από 200km/h έως 400km/h. Η συγκεκριμένη διαδικασία, από τη στιγμή της σύγκρουσης μέχρι ο αερόσακος να φουσκώσει εντελώς, διαρκεί μόλις 40 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Στην ιδανική περίπτωση το σώμα των επιβαινόντων δεν πρέπει να χτυπήσει τον αερόσακο, όσο αυτός φουσκώνει. Για να προστατευθεί πλήρως το κεφάλι και το στήθος, τη στιγμή που χτυπάνε στον αερόσακο, ο αερόσακος θα πρέπει να έχει αρχίσει να ξεφουσκώνει. Αλλιώς η υψηλή πίεση του αερίου στο εσωτερικό του αερόσακου δημιουργεί μια επιφάνεια σκληρή σαν πέτρα και όχι το είδος του προστατευτικού μαξιλαριού στο οποίο θα θέλατε να χτυπήσετε!

Όταν η παραγωγή του αερίου σταματήσει, το αέριο φεύγει από ανοίγματα που υπάρχουν στον αερόσακο. Η πίεση λοιπόν ελαττώνεται αργά και δημιουργείται ένα μαλακό μαξιλάρι. Σε δύο δευτερόλεπτα μετά την αρχική σύγκρουση, η πίεση στο εσωτερικό του αερόσακου έχει γίνει ίση με την αρχική.

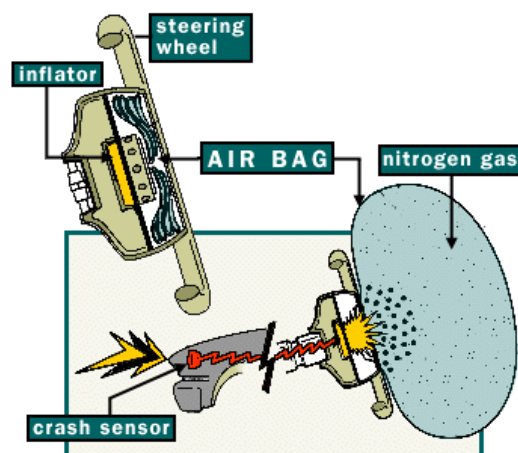
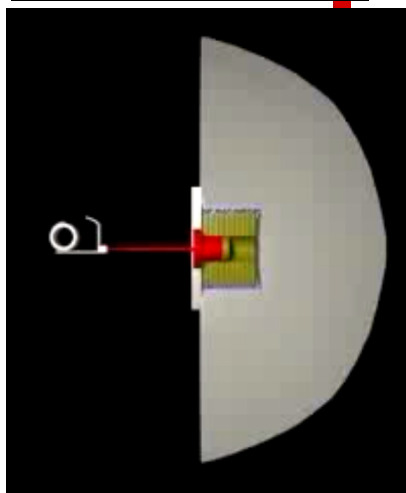
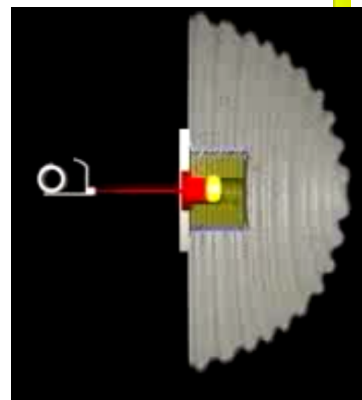
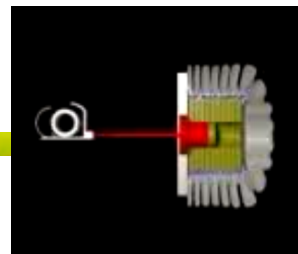
Η φυσική του αερόσακου

Ο σκοπός του αερόσακου είναι να περιορίσει τους τραυματισμούς ελατώνοντας τη δύναμη που ασκείται από το τιμόνι ή από το ταμπλό σε οποιοδήποτε σημείο του σώματος. Αυτό γίνεται κατορθωτό με δύο τρόπους.

Για λόγους απλότητας θα μελετήσουμε μόνο την περίπτωση ενός οδηγού που χτυπά στο τιμόνι. Τα ίδια επιχείρημα βεβαίως είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και για έναν επιβάτη που χτυπά στο ταμπλό του αυτοκινήτου.

Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα μάς λέει ότι το σώμα του οδηγού θα ασκήσει δύναμη στο τιμόνι η οποία θα είναι ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης με τη δύναμη που το σώμα θα δεχθεί από το τιμόνι. Γιατί λοιπόν το τιμόνι δε φαίνεται να μετατοπίζεται, όταν δέχεται δύναμη από το σώμα; Αν και οι δύο δυνάμεις έχουν ίσο μέτρο, ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα μας λέει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος, τόσο λιγότερο το σώμα επιταχύνεται. Η μετατόπιση του τιμονιού λοιπόν, που είναι στερεωμένο πάνω στο υπόλοιπο αυτοκίνητο, είναι αναιρέσητη.

Ομοίως όταν ο αερόσακος ανακόπτει την κίνηση του σώματος, το σώμα ασκεί δύναμη στον αερόσακο και ο αερόσακος ασκεί δύναμη ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης στο σώμα. Ωστόσο αντίθετα με ό,τι συμβαίνει με το τιμόνι, ο αερόσακος ξεφουσκώνει αργά. Λόγω της δύναμης που το σώμα ασκεί στον αερόσακο, το αέριο που έχει παραχθεί μέσα στον αερόσακο ωθείται και βγαίνει από τα ανοίγματα του αερόσακου. Καθώς ο αερόσακος ξεφουσκώνει η



απόσταση κατά την οποία ασκείται η δύναμη στο σώμα του οδηγού αυξάνεται. Η δύναμη λοιπόν, σύμφωνα με το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα και τις εξισώσεις της κινηματικής, ελαττώνεται.

Επιπλέον ο αερόσακος βοηθά στον περιορισμό των τραυματισμών «κατανέμοντας» τη δύναμη σε μεγαλύτερη επιφάνεια. Αν το σώμα συγκρουστεί κατ' ευθείαν με το τιμόνι, όλη η δύναμη θα εφαρμοστεί σε μικρή περιοχή του σώματος, όσο είναι η περιοχή επαφής του τιμονιού με το σώμα, και ο οδηγός είναι πιθανό να τραυματιστεί σοβαρά. Ωστόσο όταν το σώμα χτυπήσει σε αερόσακο, ο οποίος έχει μεγαλύτερη επιφάνεια από το τιμόνι, όλη η δύναμη από αυτόν κατανέμεται σε μεγαλύτερη επιφάνεια του σώματος. Σε κάθε σημείο λοιπόν του σώματος η δύναμη είναι μικρότερη. Ο οδηγός λοιπόν είναι πιθανό να τραυματιστεί λιγότερο σοβαρά.

Στατιστικές και σκεπτικισμός

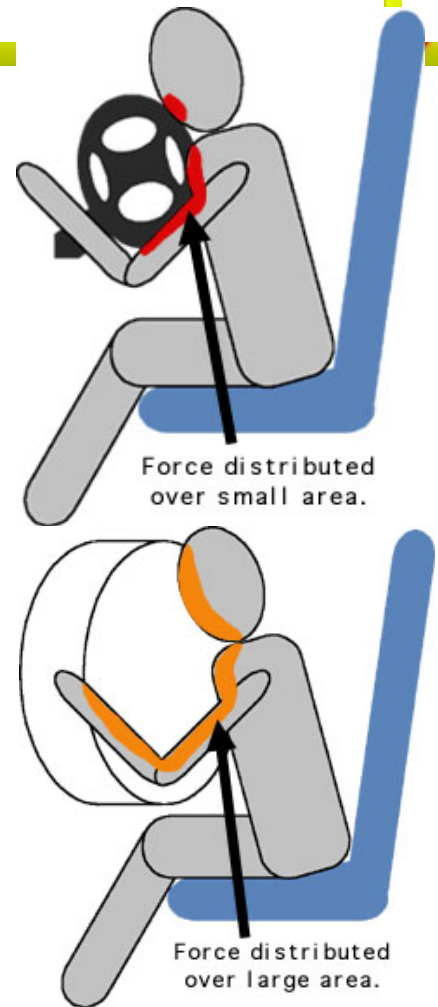
Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα δημοσιεύματα σχετικά με σοβαρούς τραυματισμούς ή θανάτους που προκλήθηκαν από αερόσακους οδήγησαν σε συζήτηση για τη χρησιμότητά τους και την «ασφάλεια» που παρέχουν. Ερωτήματα άρχισαν να τίθενται σχετικά με την υποχρεωτική χρήση των αερόσακων και τη βελτίωση της ασφάλειάς τους: Πόσο ελαττώνονται οι θάνατοι και οι σοβαροί τραυματισμοί όταν χρησιμοποιείται ο αερόσακος μαζί με τη ζώνη ασφαλείας, συγκριτικά με τις περιπτώσεις στις οποίες χρησιμοποιείται μόνο η ζώνη; Πόσους σοβαρούς τραυματισμούς ή ακόμα και θανάτους έχουν προκαλέσει οι αερόσακοι; Τα πλεονεκτήματα των αερόσακων είναι περισσότερα από τα μειονεκτήματά τους; Πώς μπορούν να βελτιωθούν οι αερόσακοι;

Οι στατιστικές δείχνουν ότι οι αερόσακοι σώζουν ζωές και έχουν ελαττώσει το πλήθος των σοβαρών τραυματισμών. Υπάρχει σημαντικότερη ελάττωση του πλήθους των μέσων έως σοβαρών τραυματισμών όταν χρησιμοποιείται αερόσακος μαζί με ζώνη ασφαλείας, συγκριτικά με το πλήθος των ίδιων τραυματισμών όταν χρησιμοποιείται μόνο ζώνη. Καθώς οι αερόσακοι διαδίδονται όλο και περισσότερο, οι στατιστικές συνεχώς βελτιώνονται. Ωστόσο πρόσφατες αναφορές έχουν δείξει ότι παραμένει η ανάγκη κατασκευής καλύτερων αερόσακων που δε θα τραυματίζουν. Επίσης όταν το κοινό κατανοήσει καλύτερα πώς λειτουργούν, αυτό θα βοηθήσει τους ενήμερους πολίτες να πάρουν σωστότερες αποφάσεις σχετικά με τη χρήση των αερόσακων

Διάθεση των μη ενεργοποιημένων αερόσακων

Η μεγάλη πλειονότητα των αερόσακων με τους οποίους είναι εφοδιασμένα τα αυτοκίνητα, ευτυχώς, ουδέποτε θα ανοίξουν κατά τη διάρκεια της ζωής ενός αυτοκινήτου. Τι απογίνονται αυτοί οι αερόσακοι; Συνήθως στο τέλος της ζωής τους τα αυτοκίνητα συμπιέζονται και ανακυκλώνονται. Ωστόσο οι αερόσακοι ουδέποτε αφαιρούνται από αυτά. Αυτό μπορεί να είναι βλαπτικό διότι οι αερόσακοι περιέχουν αζίδιο του νάτριου, το οποίο κατά τη διάρκεια της ανακύκλωσης είναι επικίνδυνο για τους εργαζόμενους και είναι δυνατό να προκαλέσει καταστροφές τόσο στις συσκευές ανακύκλωσης όσο και στο περιβάλλον. Πώς συμβαίνει αυτό; Το αζίδιο του νάτριου έχει τη δυνατότητα να αντιδράσει με πολλούς τρόπους κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης.

Το πρώτο βήμα της συγκεκριμένης διαδικασίας είναι η σύνθλιψη του αυτοκινήτου. Από τη στιγμή που το αυτοκίνητο συνθλιβεί είναι αδύνατο να διαπιστωθεί αν περιέχει αερόσακο. Αν κατά τη διάρκεια της σύνθλιψης το δοχείο που περιέχει το αζίδιο του νάτριου καταστραφεί, αυτή η μεταλλογονόος και



καρκινογόνος ουσία είναι δυνατό να απελευθερωθεί στο περιβάλλον. (Η μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωσή της στον αέρα στους χώρους εργασίας είναι μόλις $0,2\text{mg}/\text{m}^3$.)

Το επόμενο βήμα στη διαδικασία ανακύκλωσης των αυτοκινήτων είναι ο τεμαχισμός τους σε κομμάτια μεγέθους γροθιάς ώστε να διαχωριστούν και να συλλεχθούν τα διαφορετικά είδη μετάλλων. Το αζίδιο του νάτριου, που απελευθερώνεται σ' αυτή τη διαδικασία, είναι δυνατό να μολύνει το χάλυβα, το σίδηρο και τα μη σιδηρούχα υλικά που συλλέγονται σε αυτό το στάδιο. Ωστόσο μεγαλύτερη ανησυχία υπάρχει λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται εξαιτίας του τεμαχισμού των μετάλλων. Σε υψηλές θερμοκρασίες το αζίδιο του νάτριου εκρήγνυται. Όταν ο αερόσακος λοιπόν περνά από το μηχάνημα τεμαχισμού, υπάρχει κίνδυνος έκρηξης. Αυτός ο κίνδυνος αυξάνεται αν το αζίδιο του νάτριου έλθει σε επαφή με βαρέα μέταλλα, όπως είναι ο μόλυβδος ή ο χαλκός, διότι είναι δυνατό να αντιδράσει μαζί τους και να δημιουργήσει εκρηκτικό αέριο.

Ο τεμαχισμός του αυτοκινήτου είναι δυνατό να εκτελείται μέσα σε νερό. Σε τούτη την περίπτωση υπάρχει άλλος κίνδυνος: το αζίδιο του νάτριου διαλυόμενο στο νερό σχηματίζει υδραζωτικό οξύ, το οποίο είναι πολύ τοξικό, πτητικό και εκρηκτικό.

Τι μπορούμε λοιπόν να κάνουμε για να αποφύγουμε αυτές τις αντιδράσεις του αζιδίου του νάτριου στους μη ενεργοποιημένους αερόσακους; Με κάποιο τρόπο πρέπει να εμποδίσουμε τους αερόσακους να μπουν στη διαδικασία ανακύκλωσης των αυτοκινήτων. Έχουν δοκιμαστεί συσκευές που προειδοποιούν για την ύπαρξη μη ενεργοποιημένων αερόσακων σε αυτοκίνητα που έχουν συνθλιβεί. Ωστόσο το κόστος εφαρμογής τους είναι υψηλό και θα πρέπει να τοποθετηθούν σε κάθε αερόσακο. Επίσης είναι εξαιρετικά δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να αφαιρεθούν οι αερόσακοι από αυτοκίνητο που έχει συνθλιβεί. Το ερώτημα λοιπόν, τι κάνουμε με τα αυτοκίνητα που έχουν συνθλιβεί και περιέχουν μη ενεργοποιημένους αερόσακους μένει αναπάντητο. Επειδή τα τελευταία χρόνια οι αερόσακοι περιλαμβάνονται στον υποχρεωτικό εξοπλισμό των νέων μοντέλων αυτοκινήτων, το πλήθος των αυτοκινήτων με μη ενεργοποιημένους αερόσακους θα αυξάνεται και το πρόβλημα θα γίνεται εντονότερο.

Καταλληλότερος τρόπος είναι η αφαίρεση του αερόσακου πριν την σύνθλιψη ή την ανακύκλωση του αυτοκινήτου. Αυτή η διαδικασία κοστίζει λιγότερο, είναι περισσότερο αποτελεσματική και τα αυτοκίνητα είναι δυνατό να ανακυκλωθούν με ασφάλεια. Η συγκεκριμένη στρατηγική χρησιμοποιείται ήδη για άλλα επικίνδυνα τμήματα του αυτοκινήτου, π.χ. στις μπαταρίες μολύβδου. Ωστόσο σε τούτη την περίπτωση υπάρχει οικονομικό κίνητρο για την αφαίρεση των μπαταριών, που ακόμα δεν υπάρχει στην περίπτωση της αφαίρεσης των αερόσακων. Αν και ο μόλυβδος των μπαταριών είναι δυνατό να μεταπωληθεί, ακόμα δεν υπάρχει αγορά για μη ενεργοποιημένους αερόσακους. Νόμικά και οικονομικά κίνητρα απαιτούνται για να εξασφαλιστεί ότι οι αερόσακοι όχι μόνο θα μας προστατεύουν όσο τα αυτοκίνητα κυκλοφορούν αλλά, και μετά το τέλος της ζωής των αυτοκινήτων, δε θα μας βλάπτουν.

Τι μπορούν να μας μάθουν οι κούκλες;

Οι κούκλες που χρησιμοποιούνται στα crash test είναι ανθρωπόμορφες

συσκευές που ως προς τις διαστάσεις τους, την αναλογία βάρους και τις αρθρώσεις τους προσομοιάζουν με το ανθρώπινο σώμα. Επίσης είναι εφοδιασμένες με όργανα καταγραφής δεδομένων της συμπεριφοράς τους σε crash test. Σε αυτά καταγράφονται η ταχύτητα σύγκρουσης, η δύναμη σύνθλιψης και κάμψης, η ροπή πάνω στο σώμα, η επιβράδυνση κλπ.

Με σκοπό τη διεθνή εναρμόνιση στα τεχνικά χαρακτηριστικά και τη σαφήνεια στην επικοινωνία μεταξύ των ειδικών σε θέματα ασφάλειας των αυτοκινήτων, στις κούκλες των crash test τοποθετούνται σημάδια αναφοράς π.χ. το σημείο Η στους γοφούς. Παρόμοια σημάδια χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό των αυτοκινήτων.

Δοκιμές με πτώματα

Πρώτο το πανεπιστήμιο Wayne στο Ντιτρόιτ ξεκίνησε σοβαρά να συλλέγει δεδομένα σχετικά με τα αποτελέσματα στο ανθρώπινο σώμα συγκρούσεων με μεγάλη ταχύτητα. Στο τέλος του 1930 δεν υπήρχαν αξιόπιστα δεδομένα σχετικά με την συμπεριφορά του ανθρώπινου σώματος, όταν απότομα ασκείται σ' αυτό ισχυρή δύναμη, όπως συμβαίνει σε τροχαίο ατύχημα. Επιπλέον δεν υπήρχαν αποτελεσματικά εργαλεία για να μετρηθεί η συγκεκριμένη συμπεριφορά. Η βιο - μηχανική ήταν ένα πεδίο σχεδόν στη βρεφική ηλικία του. Ήταν λοιπόν απαραίτητο να αναπτυχθούν τύποι ελέγχου για να συλλεχθούν τα πρώτα δεδομένα.

Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν ανθρώπινα πτώματα για να ληφθούν βασικές πληροφορίες σχετικά με την ικανότητα του ανθρώπινου σώματος να αντέξει δυνάμεις σύνθλιψης και διαμελιστικές δυνάμεις που συνήθως ένα σώμα δέχεται σε συγκρούσεις με υψηλή ταχύτητα. Γι' αυτό το σκοπό αφήνονταν να πέσουν χαλύβδινες σφαίρες σε κρανία και πτώματα σε φρεάτια μη χρησιμοποιούμενων ασανσέρ πάνω σε χαλύβδινα φύλλα. Επίσης πτώματα στα οποία είχαν προσαρμοστεί πρωτόλεια επιταχυνσιόμετρα δένονταν σε καθίσματα αυτοκινήτων και τα αυτοκίνητα συγκρούονταν μετωπικά ή ανατρέπονταν.

Το 1995 ο Albert King στο περιοδικό Journal of Trauma σε άρθρο του με τίτλο *"Πόσο ωφελείται η ανθρώπινη ασφάλεια σε συγκρούσεις από την έρευνα με πτώματα"* έδειξε με σαφήνεια την αξία στην προστασία της ανθρώπινης ζωής ως αποτέλεσμα της έρευνας με πτώματα. Οι υπολογισμοί του King απέδειξαν ότι ως αποτέλεσμα αλλαγών που εφαρμόστηκαν μέχρι το 1987 η έρευνα με πειράματα είχε σώσει 8500 ζωές κάθε χρόνο. Επισήμανε ότι κάθε χρόνο, από κάθε πτώμα σώζονται 61 άνθρωποι επειδή φορούν ζώνες, 147 λόγω αερόσακων και 68 από κτυπήματα με το παρμπρίζ. Ωστόσο η έρευνα με πτώματα παρουσίασε σχεδόν τόσα προβλήματα όσα έλυσε. Όχι μόνο υπήρξαν θέματα ηθικής σε σχέση με η στάση μας απέναντι στο θάνατο, αλλά και ερωτηματικά σχετικά με την ίδια την έρευνα. Η πλειονότητα των πτωμάτων που χρησιμοποιούνταν ήταν πτώματα ηλικιωμένων λευκών που δεν είχαν πεθάνει βίαια. Δεν αποτελούσαν λοιπόν αντιπροσωπευτικό δείγμα. Πτώματα που προέρχονταν από ατυχήματα δεν χρησιμοποιούνταν διότι τα δεδομένα που θα



συλλέγονταν από αυτά θα συγχέονταν με προηγούμενους τραυματισμούς τους. Επειδή κάθε πτώμα διαφέρει από τα υπόλοιπα, και επειδή τμήμα του πτώματος είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί μόνο μία φορά, ήταν εξαιρετικά δύσκολο να ληφθούν αξιόπιστα και συγκρίσιμα αποτελέσματα. Επιπλέον πτώματα παιδιών όχι μόνο ήταν δύσκολο να βρεθούν αλλά τόσο για νομικούς λόγους όσο και λόγω της κοινής γνώμης ουσιαστικά ήταν δύσκολο να χρησιμοποιηθούν. Τέλος επειδή τα crash test πολλαπλασιάζονταν, όλο και περισσότερο κατάλληλα πτώματα γινόταν σπάνιο να βρεθούν. Τα βιομετρικά δεδομένα λοιπόν περιορίστηκαν σε ενηλίκους άρρενες.

Δοκιμές με εθελοντές

Ορισμένοι ερευνητές αποφάσισαν να διατεθούν οι ίδιοι ως «κούκλες» των crash test. Ο αξιωματικός της Αμερικανικής Στρατιωτικής Αεροπορίας John Paul Stapp εκτοξεύθηκε με αυτοπρωθούμενο έλκθρο και αφού απόκτησε ταχύτητα 100km/h, σταμάτησε σε 1,4s. Ο Lawrence Patrick, ο οποίος τότε ήταν καθηγητής στο Πολιτειακό Πανεπιστήμιο Wayne, άντεξε 400 επιβιβάσεις σε αυτοπρωθούμενο έλκθρο για να ελέγξει την επίδραση της απότομης επιβράδυνσης στο ανθρώπινο σώμα. Ο ίδιος και οι φοιτητές του εκτέθηκαν σε κτυπήματα στο στήθος με βαριά μεταλλικά εκκρεμή, με περιστρεφόμενα σφυριά που λειτουργούσαν με πεπιεσμένο αέρα και σε εκτινασσόμενα σπασμένα τζάμια. Αν και παραδέχτηκε ότι η διαδικασία ήταν «λίγο επώδυνη», ο Patrick έχει πει ότι η έρευνα που εκτέλεσε ο ίδιος και οι σπουδαστές του ήταν καθοριστική στην ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων. Ωστόσο αν και τα δεδομένα από ζωντανούς οργανισμούς είναι πολύτιμα, οι άνθρωποι δε μπορούν να αντέξουν δοκιμασίες που ξεπερνούν ορισμένο βαθμό τραυματισμών. Για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τις αιτίες των τραυματισμών και των θανάτων σε συγκρούσεις καθώς και τους τρόπους προφύλαξης από αυτά ήταν απαραίτητο ένα νέο είδος υποκειμένων σε πειραματισμό.

Δοκιμές με ζώα

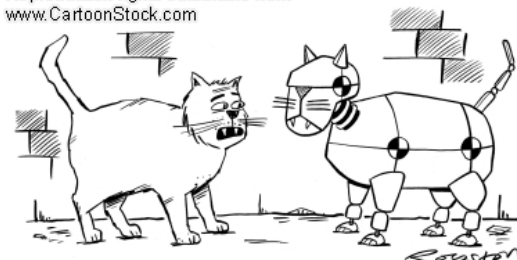
Στα μέσα του 1950 ο όγκος των πληροφοριών που είχε συλλεχθεί με πτώματα, είχε πλέον κορεστεί. Ήταν επίσης απαραίτητο να συλλεχθούν δεδομένα σχετικά με τις πιθανότητες επιβίωσης σε ατύχημα. Επειδή πτώματα ήταν δύσκολο να εξευρεθούν, οι ερευνητές αναγκάστηκαν να αναζητήσουν άλλα πρότυπα. Αρχισαν λοιπόν να χρησιμοποιούνται ζώα. Η Mary Roach ειδικός σε αυτό τον τομέα περιέγραψε εκείνη τη εποχή ως εξής: «Βλέπαμε χιμπατζήδες πάνω σε αυτοπρωθούμενα έλκθρα και αρκούδες σε συγκρουόμενες κούνιες. Παρατηρήσαμε αναισθητοποιημένους χοίρους τοποθετημένους σε κούνιες να χτυπούν σε τιμόνια με ταχύτητα 16km/h».

Σημαντική επιδίωξη της έρευνας που δεν ήταν δυνατό να επιτευχθεί ούτε με πτώματα ούτε με ζωντανούς ανθρώπινους οργανισμούς ήταν να βρεθούν τρόποι ελάττωσης των τραυματισμών που προκαλούνται από τη σύγκρουση με το τιμόνι. Μέχρι το 1964 είχαν καταγραφεί περισσότερα από ένα εκατομμύριο σχετικά θανατηφόρα ατυχήματα, υψηλό ποσοστό συγκριτικά με τα υπόλοιπα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα που οφείλονται σε άλλους λόγους. Τα συνηθέστερα ζώα που χρησιμοποιούνταν σε μελέτες πρόσκρουσης της καμπίνας των επιβατών ήταν χοίροι, κυρίως διότι τα εσωτερικά όργανά τους μοιάζουν με τα ανθρώπινα. Επίσης οι χοίροι είναι δυνατό να τοποθετηθούν μέσα σε αυτοκίνητο σχεδόν στην ίδια στάση με έναν άνθρωπο.

Αν και υπήρξαν αντιρρήσεις σχετικά με τη χρήση πτωμάτων, κυρίως για



© Original Artist
Reproduction rights obtainable from
www.CartoonStock.com



"Never thought I'd see you again - you really must have nine lives."

θηρσκευτικούς λόγους, τελικά αυτή η μεταχείριση έγινε, έστω απρόθυμα, αποδεκτή, διότι τα υποκείμενα στις δοκιμές τουλάχιστον δεν αισθάνονταν πόνο και η ανάρμοστη μεταχείρισή τους σχετιζόταν άμεσα με την προστασία της ανθρώπινης ζωής. Όμως οι δοκιμές με ζώα ξεσήκωσαν πολύ εντονότερες διαμαρτυρίες από τις φιλοζωικές οργανώσεις. Αν και οι ερευνητές υποστήριξαν τις δοκιμές με ζώα, διότι παράγουν αξιόπιστα εφαρμόσιμα αποτελέσματα, υπήρξαν σοβαρά ηθικά ζητήματα σχετικά με αυτό το θέμα.

Η συλλογή δεδομένων σε δοκιμές με ζώα ήταν περισσότερο εύκολη παρά με πτώματα. Ωστόσο το γεγονός ότι τελικά τα ζώα δεν ήταν άνθρωποι και το ότι ήταν δύσκολο να τοποθετηθούν συσκευές στο εσωτερικό των σωμάτων τους, περιόρισε σημαντικά τη χρησιμότητά τους σε αυτές τις δοκιμές. Οι μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες δε χρησιμοποιούν πλέον ζώα. Το 1993 η General Motors κατάργησε τις δοκιμές με ζωντανούς οργανισμούς και κατόπιν συμμορφώθηκαν και οι υπόλοιποι κατασκευαστές.

Κούκλες

Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν από την έρευνα σε πτώματα και οι μελέτες σε ζώα, ήδη από το 1949 οδήγησαν στη χρησιμοποίηση ανθρώπινων ομοιωμάτων. Αρχικά ο Samuel W. Alderson εργαστήριό του κατασκεύασε τον Sierra Sam για να ελέγξει εκτινασσόμενα καθίσματα αεροπλάνων, κράνη και ζώνες ασφαλείας πιλότων. Σε αυτές τις δοκιμές αυτοπροωθούμενα έλκηθρα κινούνταν με ταχύτητα 1000km/h που ξεπερνούσαν την αντοχή των εθελοντών. Στην αρχή της δεκαετίας του '50 οι Anderson και Grumman κατασκεύασαν μια κούκλα η οποία χρησιμοποιήθηκε σε crash test τόσο για αεροσκάφη όσο και για αυτοκίνητα.

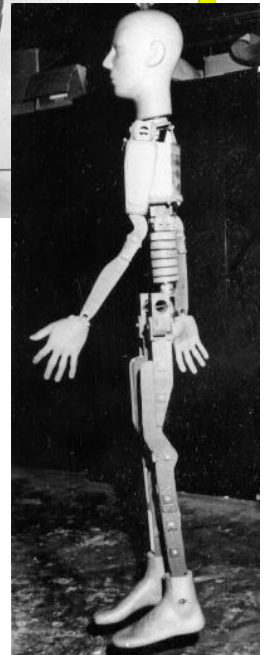
Ο Anderson προχώρησε στην παραγωγή της σειράς VIP-50. Την κούκλα «Sierra Sam» ακολούθησε η ανταγωνιστική της «Sierra Stan». Ωστόσο η General Motors, που πρώτη είχε προωθήσει την ανάπτυξη αξιόπιστων και ανθεκτικών ανθρώπινων ομοιωμάτων, θεώρησε ότι οι δύο τύποι κούκλας δεν ικανοποιούν τις ανάγκες της. Οι μηχανικοί της λοιπόν αποφάσισαν να ενσωματώσουν τα καλύτερα χαρακτηριστικά από τις σειρές VIP-50 και Sierra Stan κι έτσι το 1971 γεννήθηκε το μοντέλο Hybrid I. Αυτό το μοντέλο είναι επίσης γνωστό ως «άνδρας 50%», διότι είναι προσομοίωση ενός άνδρα μέσου ύψους, μάζας και αναλογιών. Ο Sierra Sam ήταν «άνδρας 95%» διότι ήταν βαρύτερος και ψηλότερος από το 95% των ανδρών. Η General Motors μοιράστηκε το σχεδιασμό αυτής της κούκλας και μια επόμενη γυναικεία με τους ανταγωνιστές της.

Από τότε έχει γίνει σημαντικό έργο στη δημιουργία όλο και περισσότερο εκλεπτυσμένων μοντέλων.

Αν και σημαντική βελτίωση είχε γίνει με σκοπό τα αποτελέσματα των δοκιμών να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους, τα Hybrid I και Hybrid II ήταν αρκετά ατελή και η χρήση τους περιοριζόταν στη βελτίωση και τον έλεγχο των ζωνών ασφαλείας. Ήταν απαραίτητο λοιπόν να κατασκευαστεί μια κούκλα για την αναζήτηση στρατηγικής ελάττωσης των τραυματισμών. Αυτή η ανάγκη ώθησε ερευνητές της General Motors να αναπτύξουν τη σύγχρονη σειρά μοντέλων Hybrid, την οικογένεια Hybrid III.

Η οικογένεια Hybrid III

Το μοντέλο Hybrid III είναι η συνηθισμένη κούκλα των crash και τώρα πια ο άνδρας έχει οικογένεια. Αν μπορούσε να σταθεί όρθιος θα είχε ύψος 1,75cm και μάζα 77kg. Σε όλες τις πλαγιομετωπικές συγκρούσεις, με ταχύτητα 65km/h,



καταλαμβάνει τη θέση του οδηγού. Έχει ένα «μεγάλο αδελφό» ύψους 1,88cm και μάζας 100kg. Η κυρία Hybrid III είναι μια θηλυκή μικροκαμωμένη κούκλα ύψους 152cm και μάζας 50kg. Τα τρία παιδιά Hybrid III αντιστοιχούν σε ένα παιδί 10 ετών, 6 ετών και 3 ετών. Αυτά τα μοντέλα προστέθηκαν πρόσφατα στην οικογένεια. Επειδή πολύ λίγα στοιχεία είναι γνωστά για το αποτέλεσμα μιας σύγκρουσης στα παιδιά, και δύσκολο να συλλεχθούν, τα συγκεκριμένα μοντέλα στηρίζονται σε μεγάλο βαθμό σε εκτιμήσεις και προσεγγίσεις.

Διαδικασίες ελέγχου

Πριν από κάθε crash test τα Hybrid III ρυθμίζονται κατάλληλα. Τα κεφάλια τους αφαιρούνται και αφήνονται να πέσουν από ύψος 40cm για να ελεγχθούν τα όργανα μέτρησης που είναι τοποθετημένα σ' αυτά. Κατόπιν αφού το κεφάλι επανασυνδεθεί με το λαιμό, τίθεται σε κίνηση και απότομα επιβραδύνεται για να ελεγχθεί η ελαστικότητα του λαιμού. Τα Hybrid III είναι ντυμένα με μαλακό δέρμα σαμουά. Επίσης με ένα μεταλλικό εργαλείο ελέγχεται η αντοχή των γονάτων σε τρυπήματα. Τέλος το κεφάλι και ο λαιμός επανατοποθετούνται στο υπόλοιπο σώμα το οποίο προσδένεται σε μια εξέδρα ελέγχου. Εκεί ένα βαρύ εκκρεμές κτυπά το στήθος για εξασφαλιστεί ότι τα πλευρά κάμπτονται και επανέρχονται όπως πρέπει.

Όταν η κούκλα αποφασιστεί ότι είναι έτοιμη για τον έλεγχο σύγκρουσης στα πλευρά του κεφαλιού της κούκλας τοποθετούνται κατάλληλα σημάδια σημεία για να διευκολύνονται οι ερευνητές στη μελέτη των ταινιών αργής κίνησης. Κατόπιν η κούκλα τοποθετείται σε όχημα δοκιμής και σημάδια τοποθετούνται στο υπόλοιπο σώμα. Έως και 58 κανάλια δεδομένων βρίσκονται σε κάθε τμήμα του Hybrid III, από το κεφάλι μέχρι τους αστραγάλους και σε ένα συνηθισμένο crash test διάρκειας 100 – 150 χιλιοστών του δευτερολέπτου καταγράφονται από 30.000 έως 35.000 δεδομένα.

Επειδή τα Hybrid III ρυθμίζονται ομοιόμορφα είναι συμβατά μεταξύ τους. Όχι μόνο μια κούκλα είναι δυνατό να ελεγχθεί αρκετές φορές αλλά αν κάποιο τμήμα της δεν λειτουργήσει σωστά είναι δυνατό να αντικατασταθεί με νέο. Μια κούκλα, πλήρως εξοπλισμένη με όργανα μέτρησης κοστίζει περίπου 150.000€.

Αυτοκίνητο 5 αστέρων: Πόσο ασφαλές είναι;

Οι προδιαγραφές των crash test είναι οι εξής:

1. Οι έλεγχοι γίνονται με ταχύτητες 60km/h.
2. Οι κούκλες είναι ομοιώματα ενηλίκων.
3. Σε μετωπικές συγκρούσεις καταγράφονται ηλεκτρονικά οι τραυματισμοί της κεφαλής και του στήθους και σε πλάγιες συγκρούσεις μόνο της κεφαλής.
4. Στις συγκρούσεις χρησιμοποιούνται αυτοκίνητα παρόμοιας μάζας που είναι δυνατό να διαφέρουν μεταξύ τους μόνο περίπου 110kg.
5. Η κατάταξη αναφέρεται μόνο σε τραυματισμούς που χρειάζονται άμεση μεταφορά σε νοσοκομείο ή η ζωή διατρέχει κίνδυνο.

Στις μετωπικές συγκρούσεις η κατάταξη των crash test είναι η εξής:

5 αστέρια: 10% ή μικρότερη πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού



4 αστέρια: Από 11% έως 20% πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού
 3 αστέρια: Από 21% έως 35% πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού
 2 αστέρια: Από 36% έως 45% πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού
 1 αστέρι: 46% ή μεγαλύτερη πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού

Στις πλάγιες συγκρούσεις η κατάταξη είναι η εξής:

5 αστέρια: 5% ή μικρότερη πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού
 4 αστέρια: Από 6% έως 10% πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού
 3 αστέρια: Από 11% έως 20% πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού
 2 αστέρια: Από 21% έως 25% πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού
 1 αστέρι: 26% ή μεγαλύτερη πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού

Η κατάταξη δεν ισχύει βεβαίως στις εξής περιπτώσεις:

Η σύγκρουση γίνεται με ταχύτητα μεγαλύτερη από 60km/h.

Ένα παιδί ή ένας έφηβος κάθεται οπουδήποτε μέσα στο αυτοκίνητο.

Η σύγκρουση γίνεται με μεγαλύτερο ή μικρότερο από το αυτοκίνητο που χρησιμοποιείται στις δοκιμές.

Οι επιβάτες δε φορούν τη ζώνη ασφαλείας.

Αν δεν υπάρξουν σοβαροί τραυματισμοί.

Ωστόσο ακόμα κι όταν ένα αυτοκίνητο που έχει βαθμολογηθεί με 5 αστέρια κινούμενο με 60km/h συγκρουστεί με παρόμοιο αυτοκίνητο και οι επιβαίνοντες φορούν ζώνη, σύμφωνα με την κατάταξη υπάρχουν έως 10% πιθανότητες θανατηφόρου ατυχήματος. Επίσης σε ένα αυτοκίνητο που έχει βαθμολογηθεί μόνο με ένα αστέρι οι πιθανότητες είναι περίπου 50% να μην υπάρξει σοβαρός τραυματισμός.

Πρόκειται λοιπόν για ένα συμβατικό σύστημα κατάταξης που απλώς μας πληροφορεί για τους κινδύνους που διατρέχουμε σε τροχαίο ατύχημα. Το σύστημα των Αστεριών δε μας παρέχει τα μέσα για να δεχτούμε ότι είμαστε απολύτως προστατευμένοι σε κάποιο τροχαίο. Ανεξάρτητα λοιπόν από την κατάταξη ασφαλείας θα πρέπει να οδηγούμε το αυτοκίνητο σαν η ζωή μας να εξαρτάται από αυτό, και όντως εξαρτάται!

Ζώνες ασφαλείας, πλαϊνές μπάρες στις πόρτες, μπροστινοί και πλαϊνοί αερόσακοι, αερόσακοι οροφής και γονάτων, προφυλακτήρες απορρόφησης συγκρούσεων, ζώνες παραμόρφωσης κλπ είναι όλα πολύ καλές ιδέες. Ωστόσο πρέπει να συνειδητοποιήσουμε ότι κανένα από αυτά τα συστήματα ασφαλείας δεν θα μας σώσει αν οδηγούμε με κανονική ταχύτητα στην εθνική οδό και από την απέναντι λωρίδα ένα αυτοκίνητο πέσει πάνω στο δικό μας. Οδήγηση λοιπόν π.χ. με 120km/h είναι σοβαρή απειλή για τη ζωή μας. Γι' αυτό είναι απαραίτητο να στηριζόμαστε περισσότερο στον εαυτό μας και λιγότερο στο σύστημα κατάταξης των crash test.

Κινούμαστε γρηγορότερα και λιγότερο προσεκτικά όταν νιώθουμε ασφαλείς;

Ορισμένοι ερευνητές έχουν την άποψη ότι το πλήθος των θανάτων

επηρεάζεται από την αντιστάθμιση κινδύνου, δηλαδή οι οδηγοί προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους, λόγω της αυξημένης ασφάλειας που αισθάνονται όταν φορούν ζώνη ασφαλείας.

Είναι αυταπόδεικτο ότι οι άνθρωποι έχουν την τάση να συμπεριφέρονται πιο προσεκτικά όταν συνειδητοποιούν ότι κινδυνεύουν. Φαίνεται λοιπόν ότι ισχύει και το αντίθετο: τα άτομα γίνονται λιγότερο προσεκτικά όταν αισθάνονται περισσότερο ασφαλή και προστατευμένα.

Σε μια δοκιμή ζητήθηκε από οδηγούς να οδηγήσουν go – kart σε ποικίλες συνθήκες. Βρέθηκε λοιπόν ότι μόλις οι οδηγοί, που αρχικά οδηγούσαν χωρίς ζώνη, φόρεσαν τη ζώνη τους, άρχισαν να οδηγούν πιο γρήγορα. Ομοίως σε κανονικές συνθήκες οδήγησης από τη μελέτη οδηγών που δε συνήθιζαν να φορούν ζώνες, διαπιστώθηκε ότι όταν φόρεσαν ζώνες αύξησαν την ταχύτητά τους και ελάττωσαν την απόσταση του αυτοκινήτου τους από τα προπορευόμενα οχήματα. Παρόμοια αλλαγή στη συμπεριφορά έχει παρατηρηθεί στην οδήγηση αυτοκινήτων εφοδιασμένων με συστήματα αντιμπολοκαρίσματος των τροχών, με αερόσακους και με πρόσφατα συστήματα ηλεκτρονικής σταθεροποίησης του αυτοκινήτου.

Ο καθηγητής Gerald Wilde δίνει ένα παράδειγμα της αντιστάθμισης κινδύνου αναφερόμενος στη Σουηδική εμπειρία της αλλαγής το 1967 από την κίνηση στο αριστερό τμήμα του δρόμου στο δεξιό. Αυτή την αλλαγή ακολούθησε σημαντική ελάττωση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων αλλά μετά από περίπου 18 μήνες το πλήθος τους επανήλθε στην προηγούμενη τιμή του.

Μπορείς να παραβείς τους ανθρώπινους νόμους· τους φυσικούς νόμους ποτέ!

Σώμα μάζας m κινείται με ταχύτητα u και αφού διανύσει διάστημα d

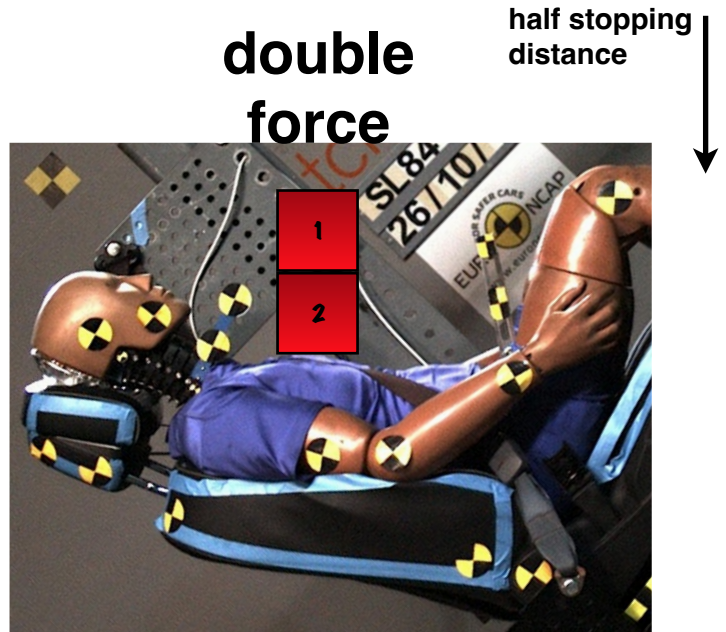
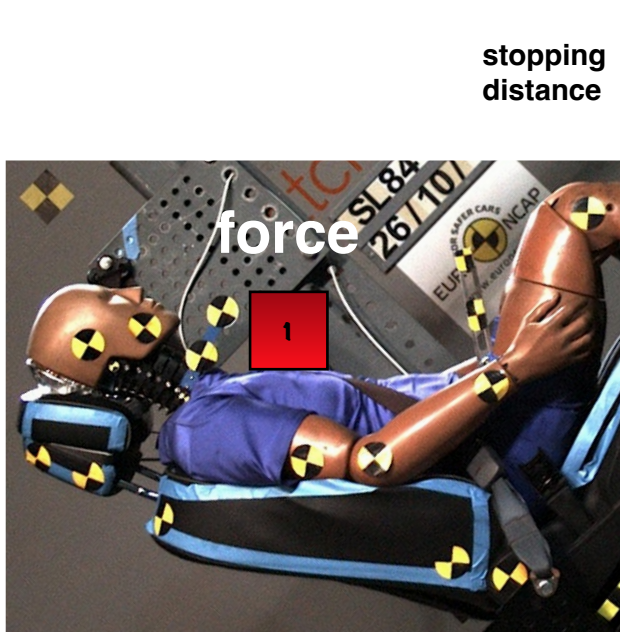
σταματά. Από τις κινηματικές εξισώσεις και το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα μπορούμε να βρούμε τη δύναμη που ασκείται στο σώμα:

$$F = mu^2 / (2d)$$

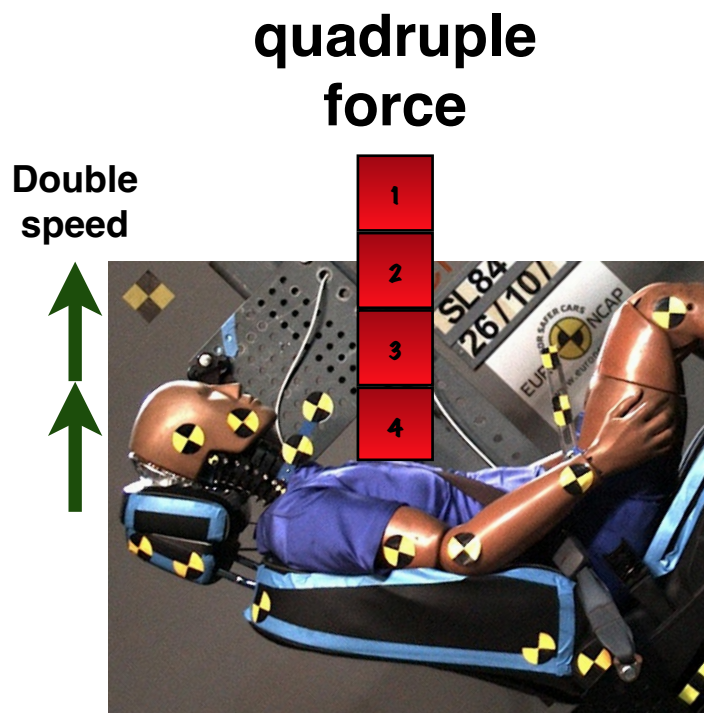
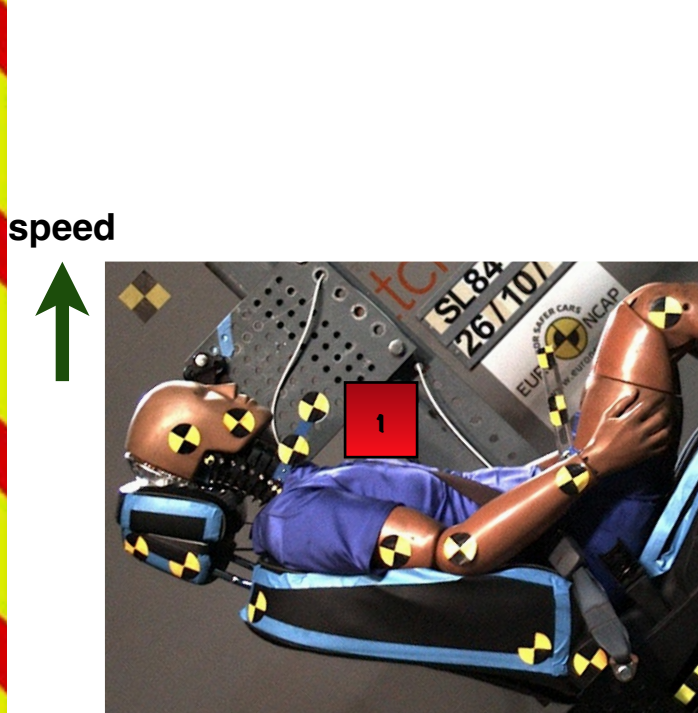
Από αυτή την εξίσωση αρχικά συμπεραίνουμε, ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα τόσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη, για το ίδιο διάστημα. Αυτό είναι



αναμενόμενο. Ακριβέστερα αν η ταχύτητα διπλασιαστεί για να σταματήσει το σώμα στο ίδιο διάστημα θα πρέπει η δύναμη να τετραπλασιαστεί.



Από την ίδια εξίσωση προκύπτει επίσης ότι για την ίδια ταχύτητα όσο μεγαλύτερο είναι το διάστημα μέχρι το σώμα να σταματήσει, τόσο μικρότερη είναι η δύναμη. Πιο συγκεκριμένα όταν το διάστημα διπλασιαστεί, η δύναμη υποδιπλασιάζεται.

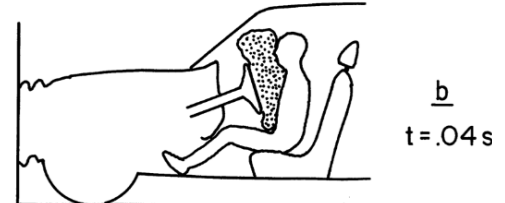
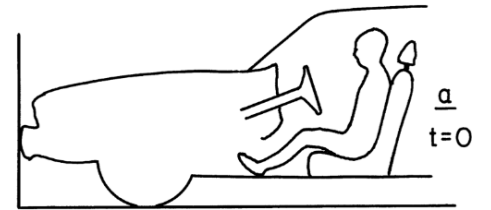


Σε μια σύγκρουση αυτοκινήτου το μεγαλύτερο μέρος του διαστήματος μέχρι το σώμα των επιβαινόντων σταματήσει παρέχεται από τη ζώνη παραμόρφωσης στο μπροστινό τμήμα του αυτοκινήτου. Ελεγχόμενη επιμήκυνση της ζώνης ασφαλείας αυξάνει επίσης το διάστημα. Το διάστημα επίσης αυξάνεται επειδή ο αερόσακος ξεφουσκώνει. Επιπλέον σε ορισμένους τύπους αυτοκινήτων, όταν στο τιμόνι ασκηθεί σημαντική δύναμη, η κολώνα του τιμονιού υποχωρεί σαν τηλεσκόπιο. Τέλος το ταμπλό υποχωρεί όταν πιεστεί σημαντικά από το ανθρώπινο σώμα.

Για να εκτελέσουμε ορισμένους υπολογισμούς πρέπει να θεωρήσουμε ιδανικές καταστάσεις. Από τα στοιχεία των crash test είναι δυνατό να χρησιμοποιήσουμε ορισμένες τιμές: ταχύτητα 60km/h ή 16,7m/s και σύγκρουση με τσιμεντένιο εμπόδιο. Τα αποτελέσματά μας λοιπόν αφορούν τι θα συμβεί στην καλύτερη περίπτωση.

Από τα crash test προκύπτει ότι το μπροστινό μέρος των αυτοκινήτων παραμορφώνεται κατά μέσο όρο 0,7m.

Για την αρχική απόσταση μεταξύ του στήθους του οδηγού και του τιμονιού γνωρίζουμε ότι αν εκτείνουμε οριζόντια τα χέρια μας, η απόσταση από την άκρη της μιας παλάμης μέχρι την απόσταση της άλλης είναι ίση με το ύψος του

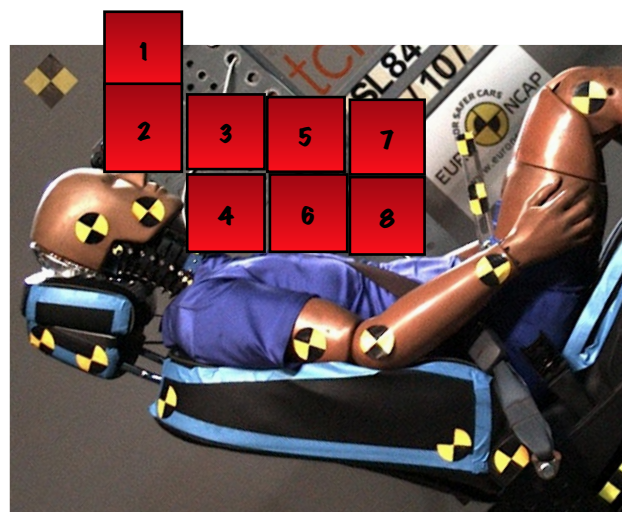


force

**without
air bag**



**with
air bag**



ανθρώπου (θυμηθείτε τον «άνθρωπο του Vitruvius» που σχεδίασε ο Λεονάρντο ντα Βίντσι). Επειδή το μέσο ύψος των Ελλήνων είναι 1,78cm, το άνοιγμα των χεριών τους είναι κατά μέσο όρο επίσης 1,78cm. Επίσης το μήκος του χεριού είναι ίσο με τα $2/5$ όλου του ανοίγματος των χεριών. Το μήκος του χεριού λοιπόν θα είναι $1,78 \cdot 2/5 = 0,71\text{m}$. Ωστόσο το χέρι του οδηγού είναι λυγισμένο κατά $3/4$. Άρα η απόσταση μεταξύ του στήθους του οδηγού και του τιμονιού είναι $0,71 \cdot 3/4 = 0,53\text{m}$. Αφού ο αερόσακος ξεφουσκώσει, το τελικό πάχος του είναι 0,1m. Μέσα στην καμπίνα λοιπόν στον οδηγό μένει διάστημα $0,53 - 0,1 = 0,43\text{m}$ για να σταματήσει. Το συνολικό διάστημα λοιπόν, μαζί με τη ζώνη παραμόρφωσης, που διατίθεται στον οδηγό για να σταματήσει είναι $0,7 + 0,43 = 1,13\text{m}$

Αν το πάνω τμήμα του ανθρώπινου σώματος έχει μάζα 40kg, για απόσταση 1,13m από την εξίσωσή μας βρίσκουμε δύναμη 4.257N. Αυτή η δύναμη αντιστοιχεί στο βάρος ενός σώματος μάζας 434kg και ασκείται στο πάνω τμήμα του σώματος του οδηγού, όταν το αυτοκίνητο συγκρούεται με ταχύτητα 60km/h. Στο κάτω τμήμα ασκείται ακόμα μεγαλύτερη δύναμη, διότι η απόσταση των γονάτων μέχρι το ταμπλό είναι μικρότερη. Επιπλέον για μόνο 5km/h περισσότερο, δηλαδή για ταχύτητα 65km/h, από την ίδια εξίσωση προκύπτει ότι δύναμη είναι 507N, η οποία αντιστοιχεί σε επιπλέον μάζα 73kg.

Ο αερόσακος εκτελεί μια επιπλέον αποστολή: κατανέμει τη δύναμη σε όλο το στήθος και το κεφάλι του οδηγού. Ακόμα λοιπόν και στην περίπτωση που η δύναμη με αερόσακο είναι ίδια με τη δύναμη χωρίς αυτόν, επειδή με τον αερόσακο αυξάνεται η επιφάνεια στην οποία ασκείται η δύναμη, η πίεση στον οδηγό ελαττώνεται.

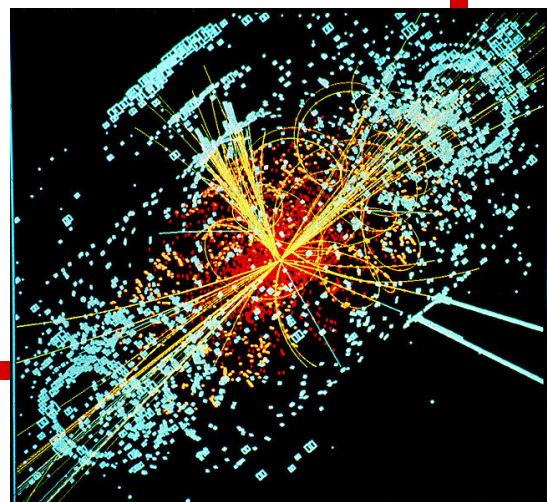
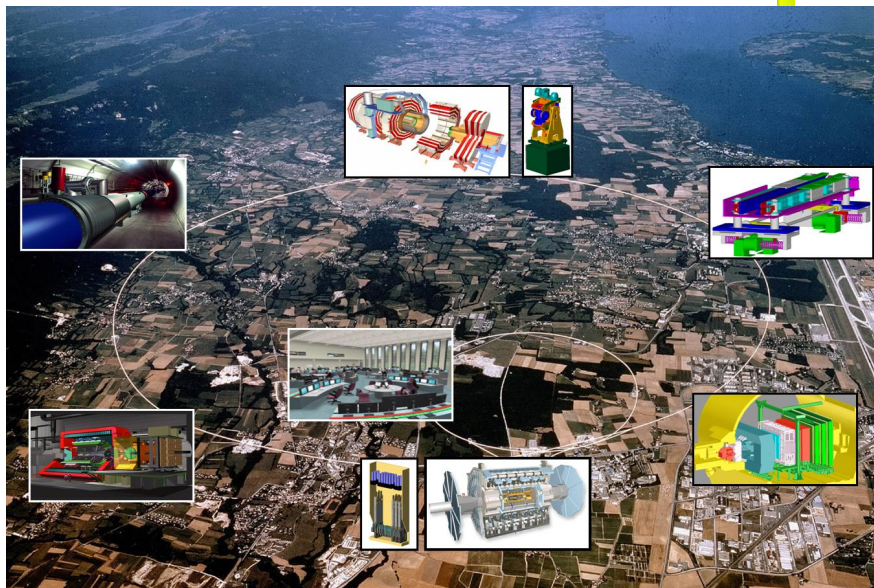
Το μεγαλύτερο crash test που έγινε ποτέ!

Ο Μεγάλος Αδρνιακός Συγκρουστής (Large

Hadron Collider, LHC) είναι ο μεγαλύτερος επιταχυντής σωματιδίων υψηλών ενεργειών του Κόσμου. Κατασκευάστηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Πυρηνικών Ερευνών (CERN) σε περίοδο περισσότερο από δέκα χρόνια, από το 1998 μέχρι το 2008. Αποτελείται από ένα κυκλικό τούνελ περιμέτρου 27km σε βάθος 175m, κάτω από τα Γαλλοελβετικά σύνορα στη Γενεύη της Ελβετίας. Είναι σχεδιασμένος για να επιταχύνει δέσμες πρωτονίων ή πυρήνων που κινούνται αντίθετα μέχρι να αποκτήσουν σχεδόν την ταχύτητα του φωτός και να τις οδηγήσει σε σύγκρουση. Η σύγκρουση είναι ισοδύναμη με τη σύγκρουση δύο τραίνων μάζας 400 τόνων το καθένα που κινούνται αντίθετα με ταχύτητα 150km/h.

Σε τέσσερις περιοχές του τούνελ υπάρχουν ανιχνευτές που ερευνούν τα θραύσματα της σύγκρουσης για να βρουν απαντήσεις στα πιο θεμελιώδη ερωτήματα της Φυσικής ώστε να εμβαθύνουμε στους φυσικούς νόμους και στον τρόπο που δημιουργήθηκε το Σύμπαν.

Αν και αυτά τα πειράματα δε σχετίζονται άμεσα με την ανθρώπινη ασφάλεια, ωστόσο ορισμένα από τα ευρήματά τους βοηθούν και σε τούτο τον τομέα.



Πηγές

<http://www.mrmont.com/games/crashtest.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/Crash_test

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B1%CF%81%CF%84%CF%83%CE%AD%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%93%CE%BA%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%BD%CE%B9>

<http://www.medlook.net/kids/plastic%20cars.asp>

http://resources.edb.gov.hk/cphysics/mechanics/ene/act_crash_cushion_e.html

<http://www.chemistry.wustl.edu/~courses/genchem/Tutorials/Airbags/home.htm>

<http://www.caroto.gr/2009/03/18/801/>

http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%96%CF%8E%CE%BD%CE%B7_%CE%B1%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/seatb.html>

<http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/seatbelt3.htm>

<http://www.google.com/patents?>

[id=2HYsAAAAEBAJ&printsec=abstract&zoom=4#v=onepage&q&f=false](http://www.google.com/patents?id=2HYsAAAAEBAJ&printsec=abstract&zoom=4#v=onepage&q&f=false)

http://en.wikipedia.org/wiki/Seat_belt#Locking_retractors

<http://www.vita.gr/html/ent/035/ent.11035.asp>

<http://www.childcarseats.org.uk>

<http://www.bmwfans.gr/forum/showthread.php?t=460>

http://www.dailymotion.com/video/x2bzps_inside-a-dummy_auto#from=embed

http://en.wikipedia.org/wiki/Crash_test_dummy

http://en.wikipedia.org/wiki/Risk_compensation

http://en.wikipedia.org/wiki/Shared_space

http://wikipedia.qwika.com/en2el/Human_height

<http://technologia.pbworks.com/w/page/31971303/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%913%20%CE%9F%CE%BC%CE%B1%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%AE>

Crane, H.R. "The Air Bag: An Exercise in Newton's Laws," (1985)
The Physics Teacher, 23, p. 576-578

http://en.wikipedia.org/wiki/Large_Hadron_Collider